



TREBALL FINAL DE GRAU



ESCOLA
POLITÈCNICA SUPERIOR
UNIVERSITAT DE LLEIDA
INSPIRING THE FUTURE

Estudiant: Edgard Màrquez Nadal

Titulació: Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació

Títol de Treball Final de Grau: AIXECAMENT DE PLÀNOLS I REHABILITACIÓ DE CAMPANAR MITJANÇANT COBERTA INDUSTRIALITZADA.

Director/a: PEP GASIA / MIQUEL MATEUS

Presentació

Mes: Març

Any: 2019

ÍNDIX**DOCUMENTACIÓ ESCRITA****1. AIXECAMENT ESGLÉSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU**

1 Dades generals	
1.1 Introducció.....	6
1.2 Objectius.....	6
1.3 Localització.....	8
1.4 Legislació.....	9
1.5 Protecció.....	9
1.6 Propietat.....	10
1.7 Àmbit de superfícies i d'actuació.....	10
1.8 Encàrrec.....	10
1.9 Termini d'execució.....	10
1.10 Pressupost de la proposta.....	11
2 Memòria històrico-arquitectònica	
2.1 Context històric.....	12
2.2 Elements constructius romànics.....	14
3 Memòria constructiva	
3.1 Fonaments.....	16
3.2 Plantes.....	16
3.3 Sostres.....	16
3.4 Paraments verticals.....	17
3.5 Cobertes.....	18
3.6 Funcionament estructural.....	20
3.7 Instal·lacions.....	20
3.8 Béns mobles.....	21
3.9 Superfícies.....	22
4 Anàlisi de l'estat actual	
4.1 Intervencions anteriors.....	23
4.2 Estat actual (reportatge fotogràfic).....	27
4.3 Estudi de Patologies.....	31

2. ESTUDI DE COBERTA INDUSTRIALITZADA PER A CAMPANAR

1. Presentació de Coberta industrialitzada	
1.1 Materials de fabricació escollits.....	41
1.2 Criteris de disseny.....	49
2. Procés d'execució	
2.1 Resum dels treballs a executar.....	55
2.2 Treballs de neteja i enderrocs.....	55
2.3 Fabricació de la coberta piramidal.....	56
2.4 Treballs a l'interior de la torre del campanar.....	56
2.5 Instal·lació de la coberta piramidal a la torre del campanar.....	58
2.6 Remats finals i instal·lació del parallamps.....	60
2.7 Diagrama de Gantt.....	62
3. Càlculs	
3.1 Càlculs de funcionament de la coberta piramidal.....	63
3.2 Càlculs de disseny i transport.....	69
4. Pressupost	
4.1 Resum (Últim full).....	74

4.2 Pressupost desglossat.....	75
4.3 Justificació de preus.....	77
5. Annex	
5.1 Bibliografia.....	84

DOCUMENTACIÓ GRÀFICA

1.Aixecament Església Parroquial de Sant Bartomeu

- 1.1 Emplaçament
- 1.2 Alçat façana frontal
- 1.3 Alçat façana posterior
- 1.4 Alçat façana lateral 1
- 1.5 Alçat façana lateral 2
- 1.6 Planta baixa
- 1.7 Tribuna
- 1.8 Coberta
- 1.9 Secció transversal
- 1.10 Secció longitudinal
- 1.11 Secció torre del campanar
- 1.12 Detall porta d'entrada

2.Disseny industrialitzat de coberta pinacle

- 2.1 Foto-muntatge presentació
- 2.2 Alçat frontal
- 2.3 Cèrcols d'unió amb la torre del campanar
- 2.4 Estructura de fusta
- 2.5 Detalls unions carpinteres I
- 2.6 Detalls unions carpinteres II
- 2.7 Evolvent de fusta
- 2.8 Làmina EPDM
- 2.9 Acabat de pissarra
- 2.10 Secció del conjunt
- 2.11 Intervenció a l'interior de la torre del campanar
- 2.12 Instal·lació del parallamps

AIXECAMENT ESGLÉSIA PARROQUIAL DE ST. BARTOMEU

1. DADES GENERALS

1.1 Introducció

En nombrosos campanars del Pirineu català, s'ha produït un deteriorament de l'estructura i un posterior despreniment de la coberta piramidal fins al punt d'haver d'enretirar-les per tal de reduir riscos d'accidents. El tipus de coberta piramidal de la qual parlem consta d'una estructura de fusta i una envoltant de pissarra.

En aquest projecte ens centrarem en l'estudi de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu, ubicada a Farrera, concretament al nucli de Burg.

1.2 Objectius

Els objectius del present projecte és:

- En primer lloc, fer un aixecament dels plànols i un estudi de l'església en qüestió per tal de conèixer la realitat actual d'aquest edifici i ubicar-lo històricament.
- En segon lloc, definir el disseny i conjunt d'actuacions necessàries, per a trobar una solució industrialitzada per a les diverses esglésies de les comarques de muntanya que han patit el deteriorament de la seva coberta piramidal.



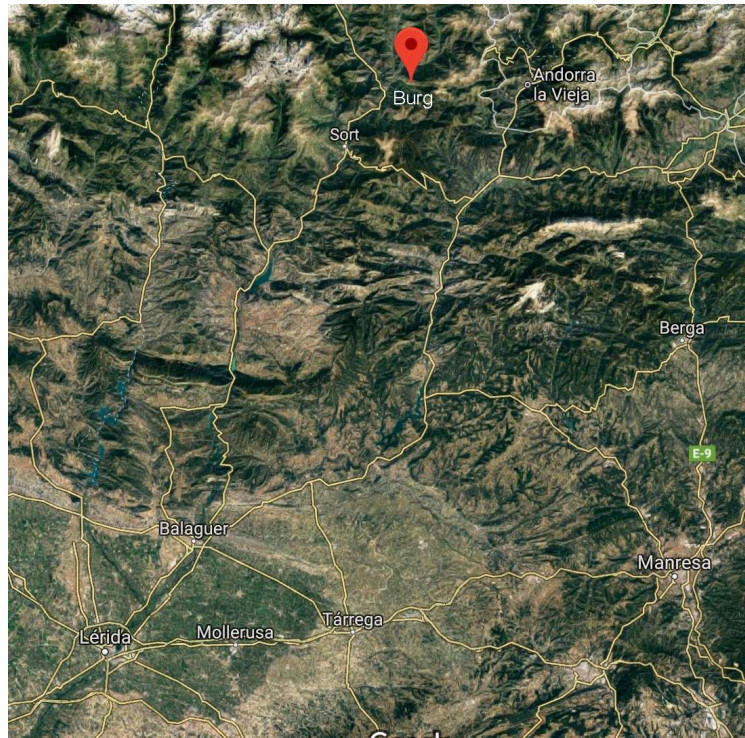
Fotografia original de la façana principal de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu.



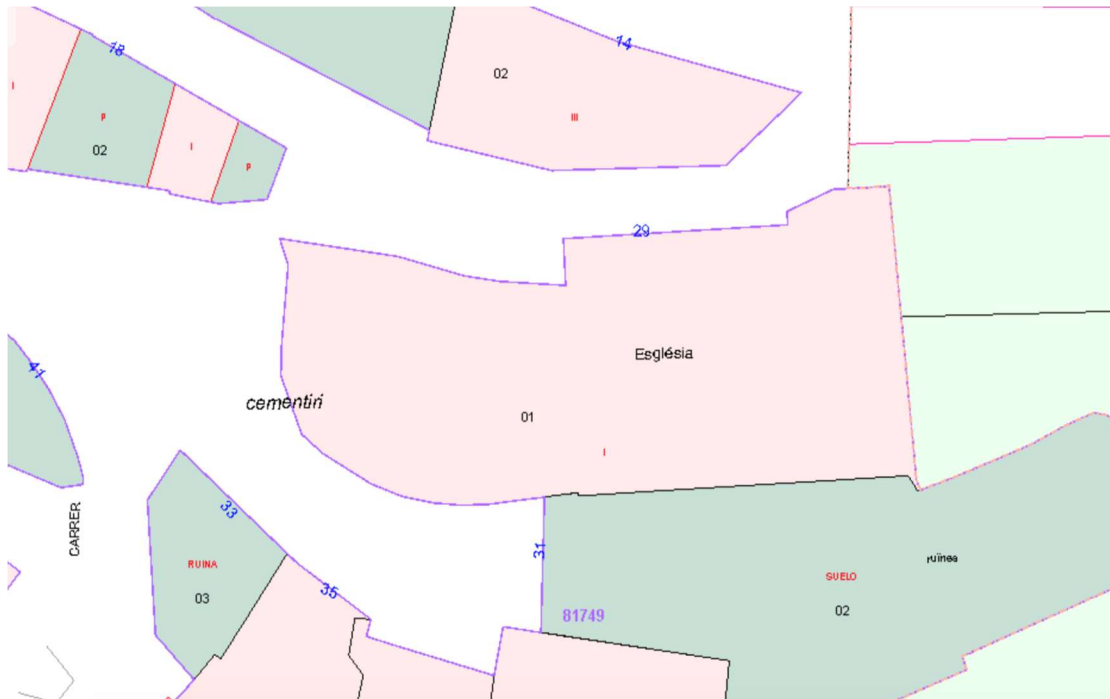
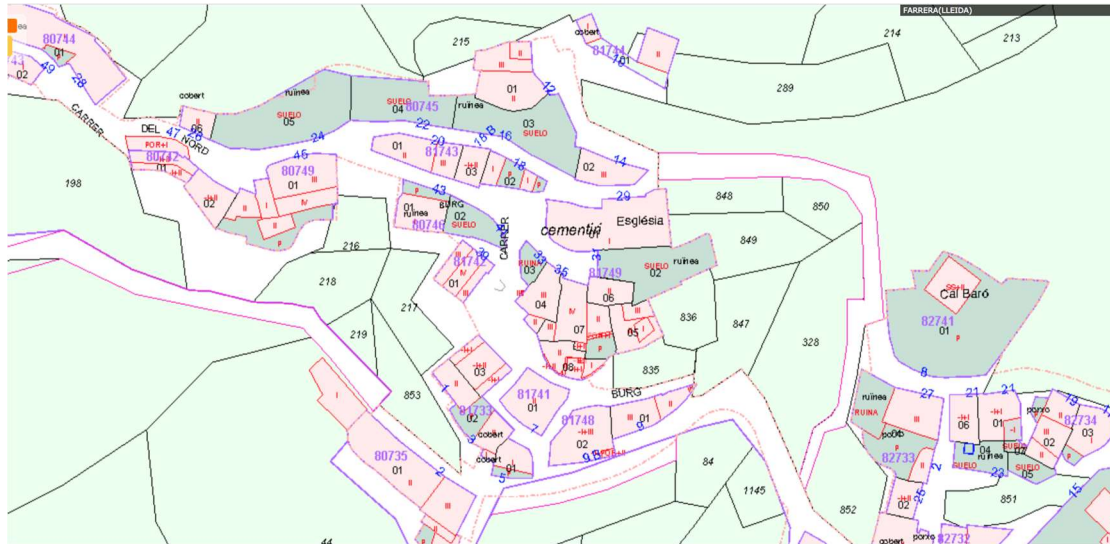
Estat actual (2019) on veiem que ja s'ha retirat la coberta piramidal de la torre. A més s'ha fet un tancament superior amb formigó.

1.3 Localització

L'Església Parroquial de Sant Bartomeu es troba a Farrera - Burg (Pallars Sobirà), a 1.290,3 metres sobre el nivell del mar.



El nucli de Burg està ubicat a Farrera ,a 152 km de Lleida, i pertany a la comarca del Pallars Sobirà.



Imatges de la localització de l'església parroquial de st. Bartomeu extretes del Cadastre, podem observar el cementiri que queda just davant de la façana frontal.

1.4 Legislació

El monument està sotmès a diferents ordenances que podem agrupar segons:

1.4.1 Legislació urbanística:

Pla Director Urbanístic del Pallars Sobirà

Revisió de les normes subsidiàries de planejament del Pallars Sobirà. Aprovació definitiva, 25 juliol 2008 i vàlida fins al 2026 tot i que des de 2016 s'està parlant d'actualitzar-lo.

Redacta un Pre-Catàleg de la Xarxa Patrimonial i del Paisatge del Pallars Sobirà on qualifica l'Església Parroquial de Sant Bartomeu com a part de l'inventari del Patrimoni Arquitectònic de Catalunya.

Per a l'elaboració d'aquest Pre-Catàleg, han tingut en compte les següents premisses:

- Protegir els edificis, elements arquitectònics o conjunts urbans que siguin mereixedors de la seva conservació, per les seves característiques vinculades al seu llegat històric, a l'efecte visual-ambiental que produeixen, o bé a la tradició cultural que carreguen, tant a escala local com a escala comarcal.
- Establir i fomentar les mesures i actuacions públiques i privades necessàries per a la conservació, recuperació i millora dels elements objecte de protecció i els seus entorns.
- Consolidar la xarxa patrimonial dotant-la de continuïtat entre els diferents elements, conjunts i paisatges mitjançant els itineraris patrimonials: senders o camins que tenen la capacitat d'abastar i unificar diversos elements de valor ubicats en entorns de característiques semblants (ruta del romànic, ponts medievals,...).
- Actuar com a referent per als futurs catàlegs de béns a protegir que han de formar part dels plans urbanístics municipals i establir les directrius sobre els criteris de catalogació i sobre el seu contingut documental.

1.4.2 Legislació de protecció del patrimoni cultural:

Llei 9/1993, de 30 de setembre, del Patrimoni Cultural Català.

Decret 78/2002, de 05 de març, del reglament de protecció del patrimoni arqueològic i paleontològic de Catalunya.

1.5 Protecció

La Generalitat de Catalunya classifica en BCIN (bé cultural d'interès nacional), BCIL (bé cultural d'interès local) o EPA (Espai de protecció arqueològica) els monuments i conjunts històrics del territori, en ordre descendent d'importància tal com els hem citat.

L'Església Parroquial de Sant Bartomeu està catalogada com a **BCIL** (Bé cultural d'interès local).

Bé Cultural d'Interès Local (BCIL) és una categoria de protecció del Patrimoni Cultural a Catalunya, atorgada a un bé (tan moble com immoble) que no compleix amb les condicions pròpies d'un Bé Cultural d'Interès Nacional a pesar de la seva importància.

La declaració d'aquests béns com a tal la fa el ple de l'ajuntament, en municipis de més de cinc mil habitants, en el cas dels municipis de menys de cinc mil, s'encarrega el ple del Consell Comarcal.

El Departament de Cultura de la Generalitat els ha d'inscriure al Catàleg del Patrimoni Cultural Català.

1.5.1 Fitxa de la Generalitat de Catalunya

La Generalitat de Catalunya té una fitxa per a cada edifici protegit o catalogat que hi ha en el seu territori. En el cas de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu hi falta la informació de les intervencions, proteccions i les fonts i documentació.

Identificació | Descripció | Intervencions | Proteccions | Fonts i documentació

Nom: ESGLÉSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU
Altres noms: Sant Cristòfor de Burg (antiga advocació)
Localització: Farrera - Burg (Pallars Sobirà)

Estil

Romànic
 Obra popular

Tipus d'ús

Original	Culte	Parròquia
Actual	Culte	Parròquia

Titularitat

Eclesiàstica

Estat de conservació: Mitjà



◀◀ 1 - 6 ▶▶

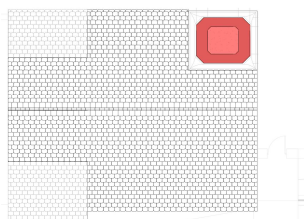
Imatges

1.6 Propietat

L'Església Parroquial de Sant Bartomeu és propietat del Bisbat de l'Urgell.

1.7 Àmbit i superfícies d'actuació

A banda de l'aixecament de l'edifici en si, l'àmbit d'actuació d'aquest projecte es limita a la intervenció en el capdamunt de la torre del campanar de l'Església.



1.8 Encàrrec

El projecte "AIXECAMENT DE PLÀNOLS I REHABILITACIÓ DE CAMPANAR MITJANÇANT COBERTA INDUSTRIALITZADA." és un projecte redactat com a Treball de Final del Grau en Arquitectura Tècnica i Edificació impartit a la Universitat de Lleida per al curs 2018-2019.

1.9 Termini d'execució dels treballs de coberta

El termini d'execució de l'obra ve condicionat per quatre factors:

- Temps de fabricació del prototip industrial de la coberta piramidal.
- Treballs a executar a l'interior de la torre del campanar.
- Termini d'entrega de l'element en qüestió.
- Col·locació a obra i remats posteriors.

Segons la planificació, es calculen 3 setmanes de duració dels treballs d'ençà que es fa l'encàrrec de fabricació fins que es finalitzen els remats finals.

La partida més crítica quant a planificació serà la de la fabricació de la coberta piramidal i, a conseqüència d'això, els treballs previs tindran folgança fins que es confirmi la data exacta d'arribada de l'element a l'obra.

1.10 Pressupost de la proposta

El pressupost d'execució material, segons pressupost detallat per partides, és de VINT MIL DOS-CENTS VINT-I-SIS AMB CINQUANTA-VUIT (20.226,58).

2. MEMÒRIA HISTÒRICA I CONSTRUCTIVA

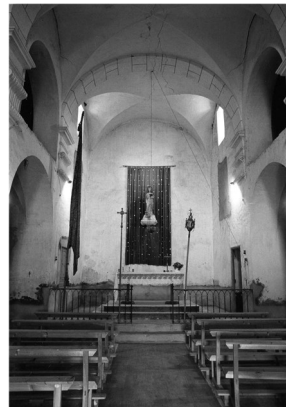
2.1 Història de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu i context històric (S.XI-XII):

L'esment més antic conegut de la vila de Burg data del 1032 quan el comte de Pallars Sobirà, Bernat, i la seva mare Estefania van vendre un feu i una parròquia a la vila de Burg. Burg és també una de les parròquies esmentades en l'acta de consagració de La Seu d'Urgell, dins la vall de Tírvia. L'any 1073 aquesta parròquia, juntament amb les de Baien i Alendo, eren del bisbe d'Urgell, el qual les va establir a Orset i al seu nebot Drog.

L'església parroquial de Burg ha estat dedicada a les advocacions de Sant Cristòfol i Sant Bartomeu seguint la següent cronologia:

- En la relació d'Esglésies parroquials del deganat de Cardós visitades pels delegats de l'arquebisbe de Tarragona l'any **1314**, es cita l'Església de Sant Cristòfol de Burg.
- A la visita pastoral de **1575**, l'Església apareix amb el titular de Sant Bartomeu.
- En canvi, a la visita pastoral de **1578** apareix amb el nom de Sant Cristòfol, en aquesta última visita, el visitador va indicar que l'Església era nova, amb un altar principal i quatre de secundaris, un d'aquests estava dedicat a Sant Bartomeu.
- L'any **1904** l'Església era dedicada a Sant Bartomeu, advocació que conserva fins a dia d'avui.

De la primitiva església romànica de Sant Cristòfor es conserva només part del seu mur nord, adossat a la roca, darrere la població actual i sota el penyal del castell, que correspon a un edifici d'una sola nau, segurament coberta amb embigat i capçada a llevant per un absis semicircular, precedit d'un arc presbiteral del qual es conserva el brancal nord.



L'edifici és de pedra llosenca disposada irregularment en filades horitzontals, i palesa les formes rurals de les construccions s'atribueix al s. XI o potser a principis del s. XII.

2.1.1 L'arquitectura romànica i les esglésies

Es pot definir com estil romànic en Arquitectura al resultat de la combinació raonada i harmònica d'elements constructius i ornamentals de procedència llatina, oriental (bizantins, siris, perses i islàmics) i septentrional (celtes, germànics i normands) que es va formar a l'Europa cristiana durant els primers segles de la Baixa Edat Mitjana.

L'època en la qual es considera que es desenvolupa l'estil romànic està compresa entre els segles XI i XII, sense excloure altres segles anteriors i posteriors, doncs encara que alguns edificis del segle X probablement ja es puguin catalogar de romànics, es van erigir d'altres verdaderament com a tals a diverses zones (sobretot a Galícia i Astúries) durant l'època Gòtica fins gairebé arribar al Renaixement.

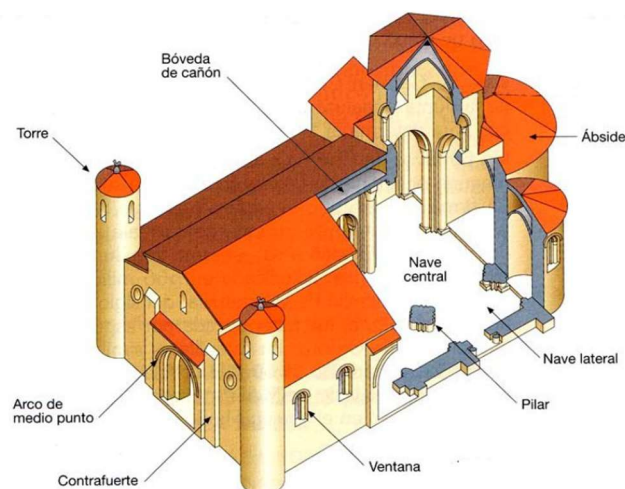
Podem distingir dues èpoques o etapes del romànic:

- El romànic senzill
- El romànic de transició (amb un valor secundari i considerat com una variant del romànic senzill, naixent al segle XI i agafant la seva plenitud al XII).

Al mateix temps podem diferenciar també un altre concepte d'estil romànic en dues variants anomenades romànic senzill i romànic rebel, ja que s'observa que durant la primera època de l'estil, fins ja entrat el segle XII, trobem fàcilment presentats els edificis amb decoracions de portes i finestres i d'un cert aspecte de pesadesa i tosquedat, això va desapareixent a mesura que avança el segle.

La divisió entre romànic senzill i rebel servirà, en múltiples ocasions, per determinar la cronologia dels edificis d'aquest tipus en una mateixa regió o localitat que s'hagin d'estudiar. Atribuïrem a Espanya el segon grup, corresponent a mitjans del segle XII i fins ben entrat el següent, els edificis que ostentin una exuberància ornamental o una gran finesa d'execució dels detalls.

Habitualment, els edificis principals de l'Arquitectura romànica eren esglésies, monestirs, abadies i catedrals, tot i que els arquitectes de l'època mostraven la seva màxima expressió en les obres religioses, per aquest motiu que les construccions més elaborades de l'estil romànic són esglésies



Imatges d'alguns elements d'Esglésies romàniques que trobem a l'Església de Sant Bartomeu.

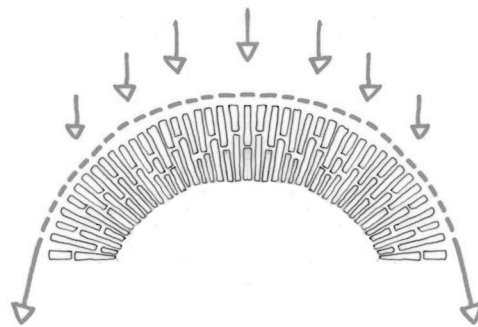
2.2 Elements arquitectònics de l'estil romànic:

Durant l'estudi de la nostra Església, hem trobat un seguit d'elements arquitectònics propis de les romàniques que adjuntem a continuació:

- **L'arc de mig punt**

Tipus d'arc on l'intradós té la forma d'un semicercle. Des del punt de vista de la Resistència de Materials, la geometria i disposició d'un arc de mig punt fa que tots els seus punts treballin a Compensió.

Cada dovella té un estat similar al d'una falca comprimida en les seves cares laterals.

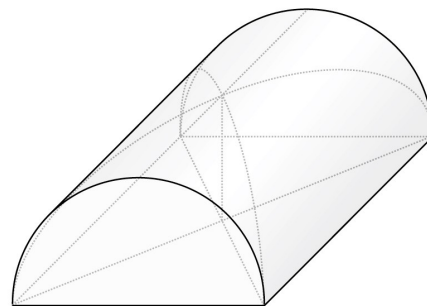
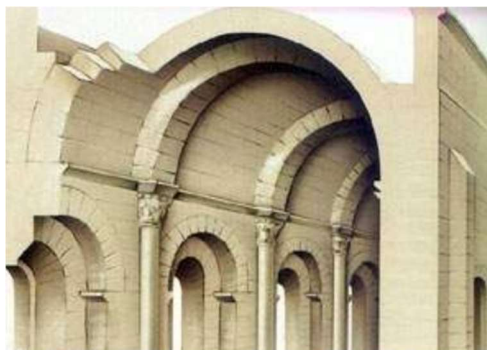


Fotografia i croquis del funcionament d'un arc de mig punt

- **La volta de canó**

Es pot definir com la repetició d'arcs de mig punt al llarg d'una directriu, de manera que si tallem les llesques perpendicularment acabarem trobant un arc de mig punt.

Com en totes les estructures basades en arcs, els esforços que rep l'estructura des de dalt es redistribueixen cap als murs que la sostenen, els quals han de suportar una gran pressió tant vertical com lateral.



Fotografia i croquis de la volta de canó

- La volta d'aresta

Utilitzada per a cobrir espais rectangulars, la volta d'aresta és el resultat de la intersecció entre dues voltes de canó que es creuen perpendicularment. S'aprecia geomètricament com dues superfícies semicilíndriques ortogonals les arestes de les quals són arcs d'el·lipse que es creuen en el seu vèrtex superior.

Freqüentment utilitzada durant l'època de l'imperi romà per a les instal·lacions importants com ara les Termes de Dioclesà a Roma o bé les Termes de Cluny a París, la volta d'aresta es va convertir en un dels sistemes de cobriment més comuns de l'art romànic.

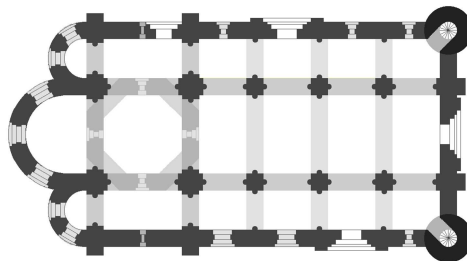
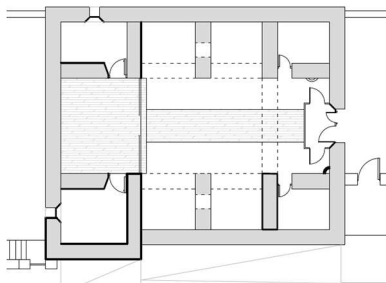


Fotografia de la volta d'aresta, on també veiem l'arc de mig punt i la volta de canó.

- La planta basilical es la típica llatina

La planta de l'Església presenta una distribució molt similar a la planta típica romànica, anomenada planta basilical llatina, la qual consta normalment de tres o cinc àbsides semicirculars.

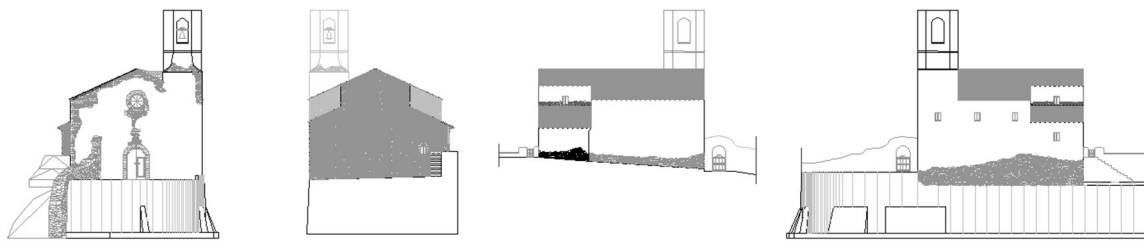
En nombroses ocasions disposaven també de torres campanar per cridar a l'oració i també una primera planta o tribuna per poder acollir a més fidels.



Comparació de la planta de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu i la planta de l'Església de San Martin (Palència , s. XI)

3. MEMÒRIA CONSTRUCTIVA

A pesar de no poder fer cap cala ni tenir cap documentació al respecte ni estudi geotècnic de l'església en qüestió, podem fer una anàlisi aproximada:



3.1 Fonaments:

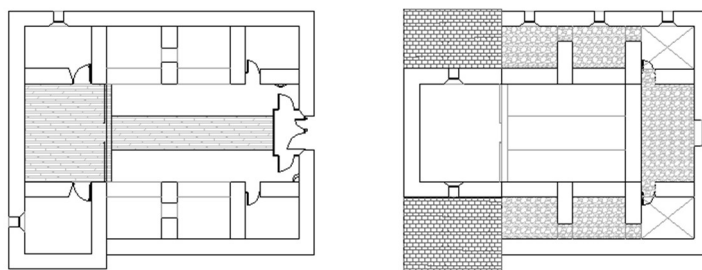
Tot sembla indicar que els fonaments de les parets estan constituïts per paredat de pedra més o menys regular, en alguns punts deu estar fixat amb morter de calç i en altres amb terra entre juntes.

Les humitats que trobem a l'interior de l'edifici ens fan pensar també que caldria realitzar un drenatge del terreny que transcorre el perímetre de l'Església, tot i que es tracta d'una operació complicada a causa del confinament en el qual es troba al seu voltant.

3.2 Plantes:

Es compon, en planta baixa, d'una nau central amb dues de laterals que estan comunicades per unes obertures en forma d'arc als murs. L'àpside i les dues sales laterals que l'acompanyen, elevats per dos esglaons respecte de la resta de la planta, contenen els diferents elements que feia servir el mossèn per donar la missa.

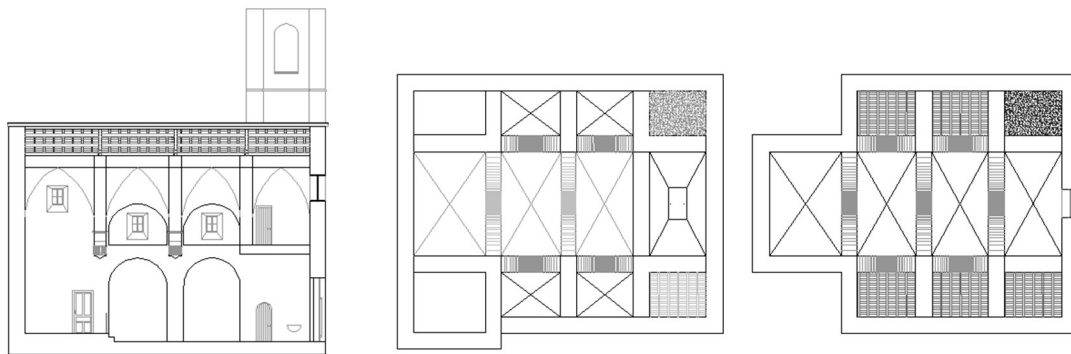
El paviment es compon d'un recrescut d'1 cm aproximadament amb un tipus de revestiment horitzontal vinílic que imita la fusta. En canvi a la planta primera o tribuna, la qual no és continua degut a l'absència de forjat tant a l'espai de la torre campanar com a l'altra banda, resta amb la pedra llossenca directament amb una aparença d'edifici en runes, encara en procés de construcció o inacabat.



3.3 Sostres:

Els forjats estan compostos de bigues de fusta, canyís i una capa de guix com a revestiment. Vistos des de sota, els sostres presenten una geometria completament plana a les sales laterals de l'àpside, tot i que a la sala lateral sud justament el forjat està derruït.

D'altra banda, la resta de sostres presenten tots una volta d'aresta a cada quadrícula confinada entre els arcs de mig punt.



3.4 Paraments verticals:

El conjunt de l'Església està constituït per murs de pedra llossenca de gruix variable entre 50 i 60 cm col·locada de forma heterogènia, cosa que ens confirma que l'element ha anat patint transformacions al llarg dels segles.

Els paraments verticals reben l'estructura de fusta provinent de les encavallades i també els taulons que queden a sota de la pissarra de la coberta.

Els murs disposen de fins a un total de quatre classes d'obertures a l'exterior: finestres, porta principal d'entrada, finestrals de pedra del campanar i rosetó.

Si prestem atenció en els acabats, veiem que en les façanes nord, sud i oest vistes des de fora tenen un acabat amb la pedra llossenca vista. En canvi, a la façana est o principal, veiem un arrebossat de morter que ha anat saltant i mostrant aquesta esquerda tan característica que comunica la porta d'entrada principal amb el rosetó.

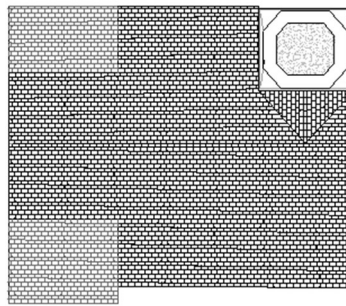


A l'interior s'ha realitzat un revestiment de guix a totes les parets de planta baixa amb un acabat de pintura. Entenem que va ser una intervenció de no fa gaires anys ja que al no fer-se a la planta primera no es podria accedir a la planta superior a causa de la manca d'escala i forjat a la torre del campanar.



3.5 Cobertes:

Tècnicament podem distingir dues cobertes de pissarra encara que la coberta pinacle original, la solució de la qual és l'objecte d'estudi d'aquest treball, hagi estat enretirada:



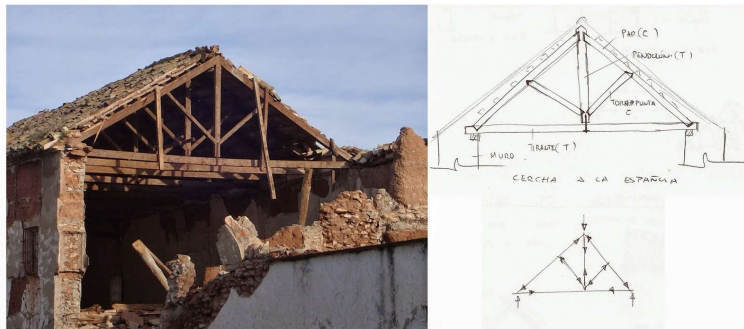
- Coberta piramidal:

Estava constituïda per bigues de fusta circulars que seguien la geometria del capdamunt de la torre i trobant-se totes al centre. Formava dos vessants diferenciats: el superior més pronunciat i l'inferior amb una mica menys de pendent que a més funcionava com a goteró. Disposava de taulons de fusta disposats de forma perimetral de manera que es pogués clavar posteriorment la pissarra que quedava com a capa superficial.



- Coberta principal a dues aigües:

Tot i que no s'ha pogut tenir accés a les encavallades, pel fet que s'han trobat esglésies contemporànies per la zona amb aquest tipus, és possible que l'estil d'encavallada que hi ha a l'Església sigui similar al tipus "a la espanyola" però sense torna-puntes:



Aquestes estaran compostades de:

- **Parells:** formen la pendent de la coberta.
- **Tirant:** Impedeix la separació dels parells, treballa a tracció.
- **Monjo:** Uneix des de la unió dels parells fins el tirant (sense tocar-lo, ja que aquest no està dissenyat per suportar flexió, tot i que una unió metàl·lica abraçarà ambdós elements per a que no es produeixin guerxaments en el conjunt de l'encavallada).
- **Biga carenenera:** Biga superior que va acoblant els monjos.
- **Cabirons:** Llistons de fusta que van paral·lels als parells al llarg de la coberta.
- **Corretges:** Llistons (probablement circulars) que van paral·lels a la biga carenenera.

A sobre d'aquests cabirons es troba l'entarimat de fusta que cobrirà tota la superfície a forma de dues aigües que crea l'estructura d'encavallades.



Finalment, al capdamunt de tot, es troba la pissarra que compon el revestiment exterior de la coberta de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu. El sistema d'ancoratge és a base de claus.

Com a punt singular està el carener de la coberta, on se situen dues peces de pissarra superposades entre si en funció de la direcció del vent per donar-li una major estabilitat davant dels esforços d'aquest.

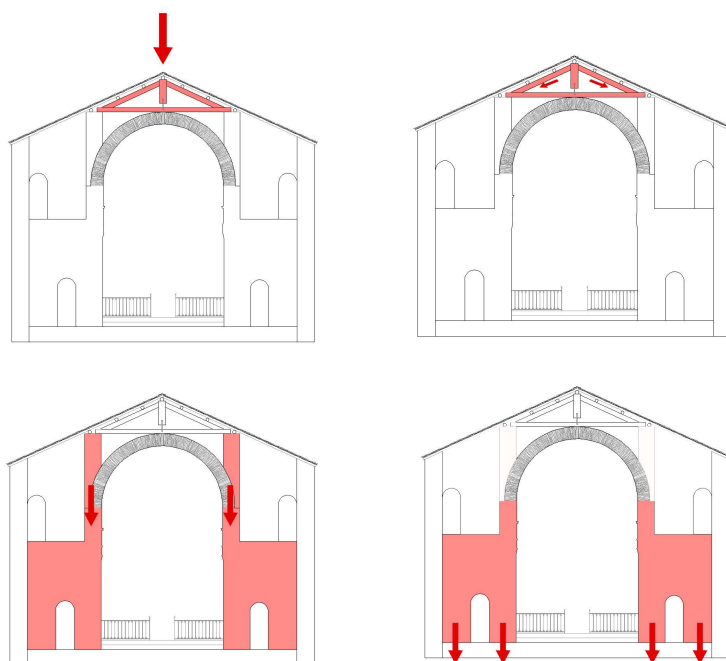


3.6 Funcionament estructural:

L'Església treballa estructuralment amb murs de càrrega els quals transmeten els esforços que reben a la fonamentació.

Així i tot, se segueix un procediment de descens de càrregues que s'explica gràficament a continuació:

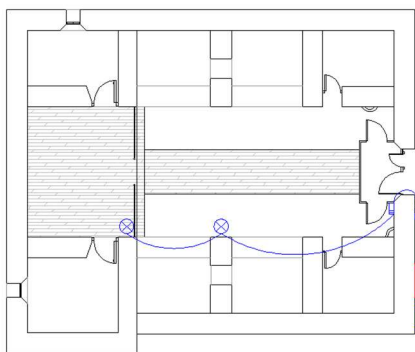
1. La coberta de pissarra transmet els esforços de pes propi i variable a l'encavallada que la suporta.
2. L'encavallada de fusta redistribueix l'esforç cap als murs de càrrega on resideix recolzada.
3. Aquests murs de càrrega funcionen amb arcs de mig punt que, com l'encavallada, redistribueixen l'esforç que reben i l'envien a la fonamentació.
4. Finalment, la fonamentació rep aquest esforç inicial de la coberta redistribuït en diferents punts.



3.7 Instal·lacions:

Actualment únicament hi ha una Boca d'Incendi Equipada (la qual sembla estar fora de servei) i un sistema d'enllumenat compost d'un subquadre elèctric amb els interruptors de control de potència, general automàtic, protector contra sobretensions, diferencial i un PIA des d'on s'acciona la llum de l'espai, un punt de connexió i tan sols dos punts de llum: un a la nau central i l'altre a l'àbsida.



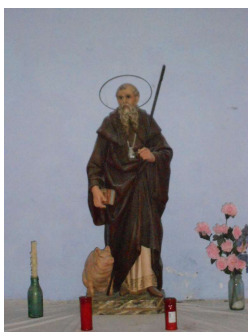


S'observa que, a la façana principal, just al costat de la porta d'entrada a l'Església està ubicat el comptador de la llum, el qual al mateix temps té la connexió vista a través de façana fins a l'escomesa general.

3.8 Béns mobles interiors:

Dintre de l'església, a pesar del seu estat abandonat, es troben diversos elements de mobiliari i decoració típics d'aquest tipus d'edificis religiosos tal com: confessionalari, bancs, espelmes, diverses figures religioses, la taula del capellà a l'altar, quadres amb motius religiosos, etc.

A més, a la sala lateral de l'àbsida que dona a la cara nord, hi ha armari, taula i cadira en bon estat, tot i que amb falta de manteniment.



3.9 Superfície útil:

L'Església presenta els següents valors de superfície útil en cada estança:

Planta baixa	Superfície útil (m2)
Vestíbul d'entrada	3,48
Cos central	44,75
Nau lateral dreta	18,60
Nau lateral esquerra	18,60
Torre campanar	6
Àbside o altar	22,40
Sala dreta àbside	8
Sala esquerra àbside	10,73
Planta primera	Superfície útil (m2)
Cor*	17,60
Tribuna dreta*	18,33
Tribuna esquerra*	18,33

*Espais inaccessibles degut a falta de vies d'accés als mateixos i al seu estat deteriorat.

4 ANÀLISI DE L'ESTAT ACTUAL

4.1 Intervencions anteriors

L'Església Parroquial de Sant Bartomeu és una de les esglésies romàniques del Pallars Sobirà que no ha tingut gaires intervencions arquitectòniques durant els darrers anys del segle XX i principis de l'XI, a excepció d'un seguit de treballs que hem pogut intuir a partir d'obvietats visuals i comparació amb fotografies antigues:

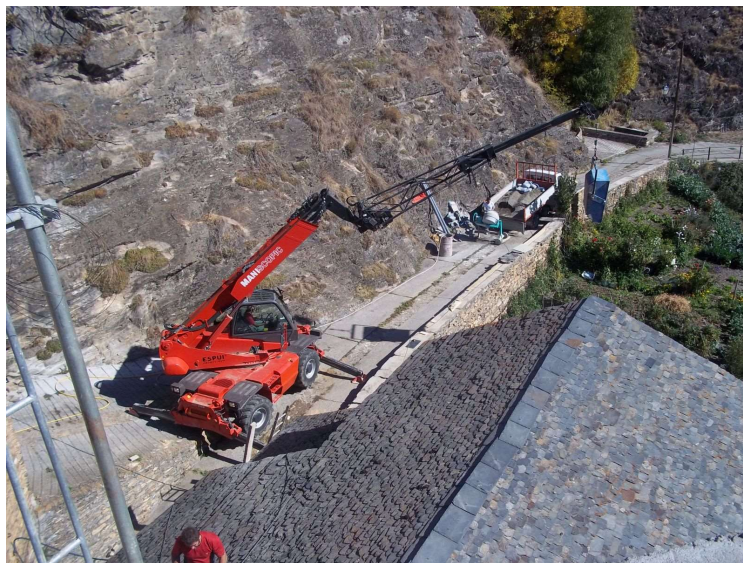
Treballs previs realitzats:

1. Retirada de la coberta piramidal original.
2. Grapat de la façana frontal.
3. Tractament de les humitats per capil·laritat a l'interior de l'edifici.
4. Modificació del paviment i tractament dels paraments verticals interiors.

1. Retirada de la coberta piramidal original:

A causa del mal estat de la coberta es va efectuar una retirada peça per peça de la pissarra i, posteriorment, de l'estructura de fusta de la coberta fent servir una plataforma elevadora amb ploma i dos operaris amb arnès treballant des de la cistella.

Per evitar l'entrada d'aigua directa des de la nova apertura que quedava a la torre del campanar es va aplicar una planxa de formigó al cap de la torre. A més, es va col·locar un tub de PVC amb dos colzes per reconduir les aigües cap al carener més proper de la coberta.



Plataforma elevadora ubicada a l'únic carrer que li garantia l'amplada i inclinació mínimament adequada per a poder realitzar els treballs.



Fotografia del moment de retirada de la coberta pinacle original, es pot veure com és l'estructura de fusta, la manca de llistons de fusta de sota-pissarra i que tampoc hi ha làmina impermeable.



Captura del moment en el que aplicaven la capa de formigó que fa de coberta del capítell fins a dia d'avui. S'observa, a més, la manca de proteccions tant col·lectives com individuals durant l'execució d'aquests treballs.

2. Grapat de la façana frontal:

Es pot observar tant des de fora com des de l'interior de l'Església com s'ha intervingut en una fissura que fracturava la façana principal en dos.

Des de fora s'aprecia com l'arrebossat de la pedra marca el tram que va des de la porta d'entrada a l'Església fins al Rosetó deixant a la vista la pedra.

Des de dintre es veu l'esquerda en qüestió i la grapa col·locada perpendicularment a la direcció de l'esquerda i, per tant, suportant esforços de tracció.



Fotografies interior i exterior respectivament de com ha quedat la façana després d'aquest "grapat".

3. Tractament de les humitats per capil·laritat a l'interior de l'edifici

A causa de les humitats per capil·laritat que pateix la façana es va aplicar una solució ràpida i de baix cost: Es va picar tot el revestiment afectat fins a deixar la pedra vista i posteriorment es va aplicar una capa de morter especial per aquests casos, una capa d'imprimació i per últim una pintura de la mateixa tonalitat que la resta de la paret.

Aquesta solució es veu a simple vista i no és una definitiva, ja que el més probable és que amb el temps tornin a pujar aquestes humitats per capil·laritat i a una altura més elevada.



4. Modificació del paviment i tractament dels paraments verticals interiors.

Per les fotografies s'observa també que hi ha hagut una modificació del paviment de l'església, col·locant un paviment vinílic que imita l'acabat de la fusta en el tram central i una moqueta a la resta de la planta.

A causa de esquerdes, humitats o a una falta de manteniment dels acabats del sostre i paraments verticals interiors, es va aplicar una nova capa incloent-hi també als arcs de mig punt que abans quedaven amb la pedra vista.

Aquesta solució en aquests moments dóna un aspecte de bon estat, en general, a la cara interior del sostre i ens fa pensar que no caldria intervenir-hi en un futur immediat. No és el cas de les façanes interiors, que presenten unes humitats considerables.



Aquí veiem com va quedar el sostre després de la intervenció, ja no es veu la junta de les peces que componen l'arc de mig punt. Veiem que no només es va intervenir als arcs de mig punt sinó que a tot el sostre i façanes interiors.

4.2 Estat actual (Reportatge fotogràfic):

- **Àmbit exterior:**



Vista de la façana frontal principal, s'aprecia l'absència de la coberta pinacle a la torre del campanar.



Façana posterior, aquí es veu la gran diferència de cota entre el carrer que dona accés a la façana frontal i el carrer de l'altra banda.



Façana sud on ressalta el cos que sobresurt degut a que la sala que queda a l'esquerra de l'abside té unes majors dimensions. Es veuen les taques de humitat que pugen per capil·laritat a tota la façana lateral i el desnivell del carrer.



Porta que dona accés al cementiri que queda just davant de la façana principal de l'església. S'observa que hi ha una caixa per a dipositar una BIE (actualment hi ha una mànegua sense ús) i també s'aprecia el fort desnivell del carrer que baixa a mà dreta.



Vista de la façana Nord des del carrer oposat al que dona entrada a l'església; s'observa també la gran diferència de cota entre carrers

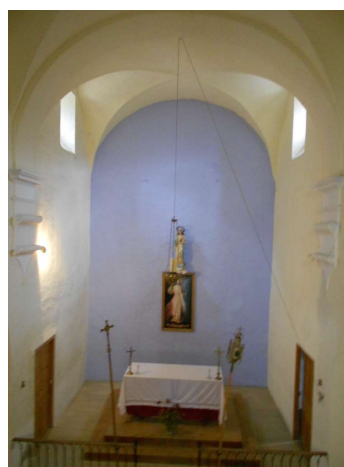


Cementiri que queda just davant de la façana frontal de l'església.
Deixa un marge de maniobra en aquest pati molt limitat.

- Àmbit interior



Vista des de l'àbside, veiem la llum d'entrada del rosetó i la poca il·luminació interior que té l'església de no ser per aquest i la senzilla instal·lació elèctrica.



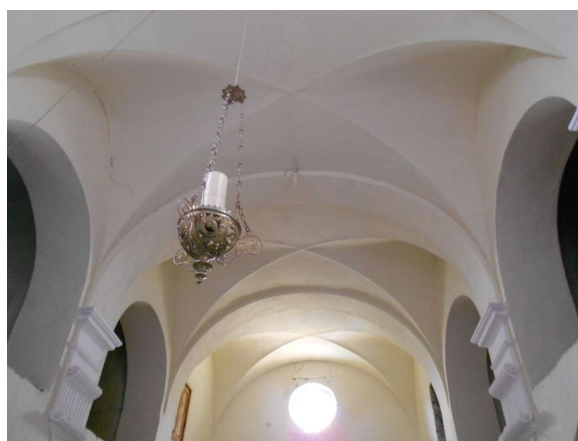
Vista de l'àbside des de dalt, es veu el mobiliari, l'entrada de llum de les finestres superiors i aquest acabat pintat producte d'una de les últimes intervencions realitzada.



Vista de l'interior de la torre del campanar on gairebé no s'hi pot accedir degut a l'acumulació de brutícia i restes.


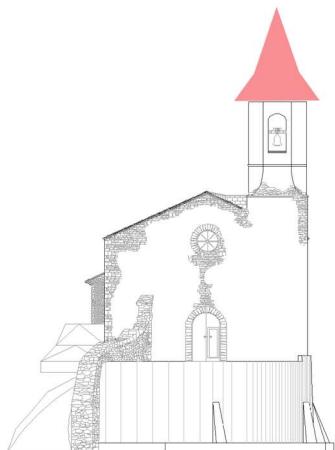



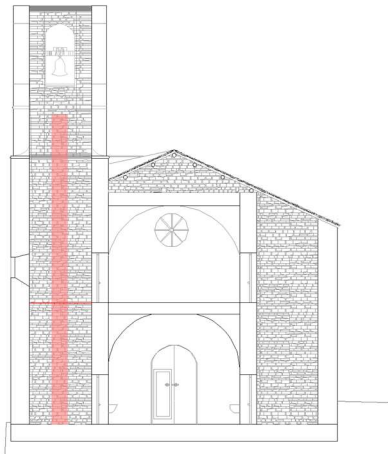
Vista de l'interior de la torre on s'aprecien unes fustes que sembla que formaven part de l'escala de manteniment de la campana, es veu també la corda per fer-la sonar.





Vista del sostre on es veuen les voltes d'aresta que trobem al llarg de la volta de canó. Degut a la última intervenció tenen una aparença de bon estat sense fissuracions.


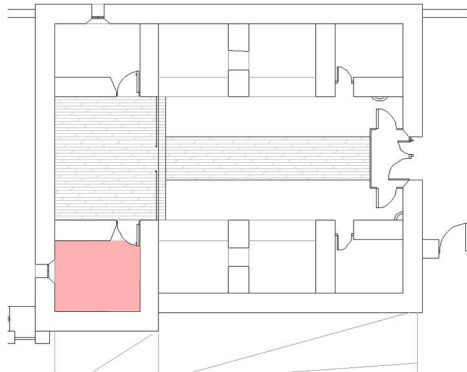
4.3 Fitxes de patologies de l'edifici:

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA Nº 1
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		ABSENÇA COBERTA PINACLE EN TORRE DEL CAMPANAR
		
Descripció		
<p>Objecte d'estudi d'aquest treball.</p> <p>És un cas que ja s'ha vist en altres poblacions del Pirineu català; la fusta es comença a podrir i perd la seva capacitat portant, la coberta deixa d'estar correctament ancorada a la torre del campanar i existeix un risc important de desprendiment de la coberta capitell. Aquest risc que es desprengui fa que les localitats que ho pateixen es vegin afectats a retirar-la, tal com s'ha vist al reportatge fotogràfic d'aquest document.</p>		
Causes		
<p>La fusta emprada en aquest tipus de coberta no està tractada i es troba exposada a canvis d'humitat i temperatura.</p> <p>Tampoc hi ha una làmina impermeable a sota de la pissarra, això fa que es filtri l'aigua i es podreixi i, finalment, perdi les propietats que la fan vàlida per a funcionar estructuralment.</p>		

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA Nº 2
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU	MANCA D'ESCALA DE MANTENIMENT A LA TORRE DEL CAMPANAR	
		
Descripció		
<p>La torre del campanar de l'Església no només no té forjat per transitar pel cor de la mateixa sinó que tampoc hi ha escala per fer el manteniment de la coberta pinacle ja enretirada ni de la campana. Únicament queden algunes esperes de l'escala de fusta que hi va haver temps enrere.</p>		
Causes		
<p>La falta de manteniment i les humitats que es creen dintre d'aquesta torre, afegint-hi que s'utilitzava una fusta sense tractar fa que aquesta última es podreixi i sigui propensa a desprendre's i no ser vàlida per al seu ús amb total seguretat.</p>		

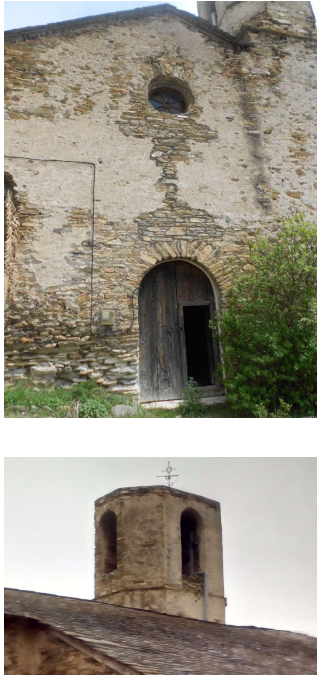
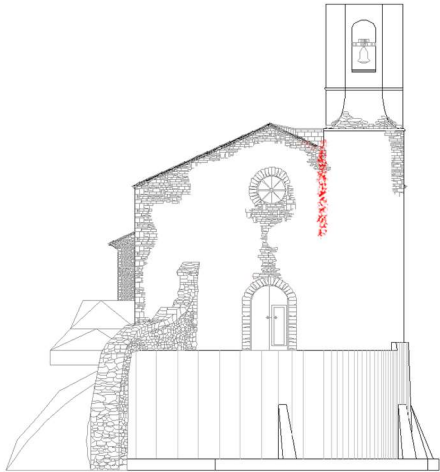
PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA N° 3
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		MANCA DE MANTENIMENT EN TOT EL CONJUNT INTERIOR DE L'EDIFICI.
		
Descripció		
<p>Es pot observar una gran acumulació d'insectes i excrements de colom, sobretot a la torre del campanar i a la porta d'accés tal que no ens permet obrir-la.</p> <p>S'aprecia molta pols i peces trencades a les taules i confessionalari situats a les naus laterals així com acumulació de mobles vells a les dues sales laterals de l'àbsida o altar.</p>		
Causes		
<p>Tot sembla indicar que la causa és l'abandonament de l'edifici que ha acabat desembocant en una forçosa partida prèvia de neteja i adequació de l'ambient interior de l'edifici abans de qualsevol intervenció.</p>		


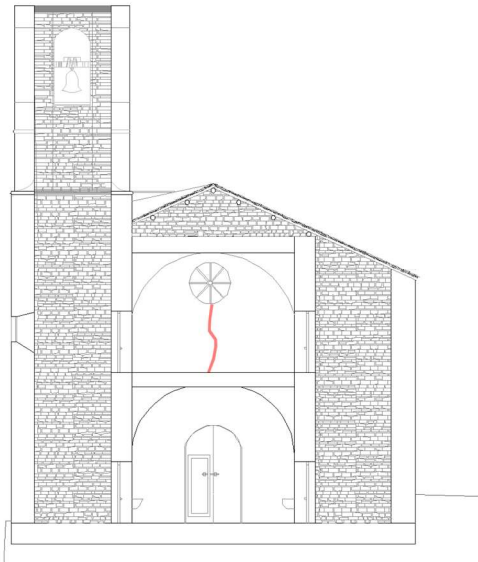
PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA N° 4
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		HUMITATS EN LES FAÇANES INTERIORS
		
Descripció		
<p>Es troben humitats que es tradueixen en aixecaments per capes del revestiment dels murs per la seva cara interior.</p> <p>Segueixen el recorregut de les dues naus laterals i també n'observem als murs que divideixen les dues sales laterals de l'àbsida o altar tot i que aquestes es veu que ja s'han tractat amb morter.</p>		
Causes		
<p>La causa d'aquestes eflorescències és la humitat del terreny que afecta amb més magnitud pel fet que l'església es troba a una cota inferior a la del carrer en un dels seus costats. Aquest tipus d'església al tenir tan poques obertures i uns murs amb tanta secció fa que les humitats que hi pugui haver afectin més i es tradueixin en aquests aixecaments del revestiment i taques.</p>		

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA N° 5
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		FORJAT SOTERRAT
 		
Descripció		
<p>Una de les sales laterals de l'àbsida ha patit un soterrament del sostre, les runes segueixen a l'interior de la sala deixant-la completament inutilitzable.</p>		
Causes		
<p>Les jàsseres de fusta s'han podrit i han perdut la seva capacitat portant; finalment ha col·lapsat i ha provocat aquest desprendiment del forjat.</p>		

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA N° 6
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		MAL ESTAT PAVIMENT DEL COR DE L'ESGLÈSIA
		
Descripció		
<p>El cor i les dues naus laterals de la planta primera de l'església no tenen un acabat de paviment que es pugui trepitjar, ja que està ple de runa, mancant-hi el revestiment horitzontal que hi pertocqués.</p>		
Causes		
<p>Es pot apreciar que es tracta d'una intervenció al paviment que s'ha quedat a mitges.</p>		

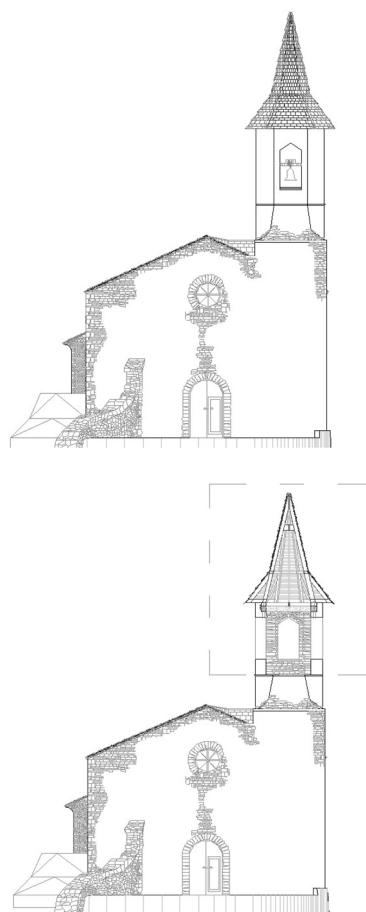
PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA N° 7
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		MANCA DE BARANA AL COR DE L'ESGLÈSIA.
		
Descripció		
<p>S'observa que no hi ha cap barana de les que se situen al cor de l'església en aquest tipus de construccions. Això accentua encara més el mal estat de la planta superior de l'església.</p>		
Causes		
<p>Aquestes baranes van ancorades als laterals i al paviment, l'absència d'aquest paviment a la planta superior de l'església fa pensar que la barana es va retirar per fer alguna actuació i no es va tornar a col·locar. Tot i que és molt probable que l'estat de la barana fos similar al de la resta de la fusta que trobem a l'edifici.</p>		

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA Nº 8
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		FAÇANA PRINCIPAL DE L'ESGLÈSIA TACADA
		
Descripció		
<p>S'observa una taca longitudinal a la façana principal de l'església que coincideix amb la intersecció entre una de les aigües de la coberta i l'arrencada de la torre del campanar. Queda una taca fosca d'uns 3 metres de longitud que tenen l'aspecte d'un despreniment de líquid des de la coberta.</p>		
Causes		
<p>En retirar-se la coberta piramidal original de la torre del campanar es va tapar el forat restant amb formigó i es va instal·lar un tub de PVC per conduir les aigües cap a la coberta. Quan plou gran part de l'aigua cau a la façana frontal i deixa aquest rastre.</p>		

PATOLOGIES	Edgard Márquez Nadal TREBALL FINAL DE GRAU	FITXA Nº 9
ESGLÈSIA PARROQUIAL DE SANT BARTOMEU		ESQUERDA VERTICAL A LA FAÇANA PRINCIPAL
		
Descripció		
<p>Es pot apreciar des de fora de l'edifici com l'arrebossat exterior de la façana s'esquerda just al mig deixant un entramat de la pedra llossenca vista des de la porta d'entrada a l'església fins al rosetó.</p> <p>Tanmateix, si mirem des de l'interior també veiem una esquerra baixant del rosetó amb una grapa fruit d'una intervenció posterior que ja hem trobat feta.</p>		
Causas		
<p>Les causes poden ser un assentament dels fonaments de l'edifici que han provocat un esforç de tracció en els punts de més tensions internes a causa de les obertures com són la porta d'entrada i el rosetó, o bé, els arcs de mig punt podrien estar lleugerament rebaixats i això pot comportar que el funcionament estructural de l'edifici no sigui del tot perpendicular a la fonamentació i aquests esforços facin patir la façana.</p>		

2. ESTUDI DE COBERTA INDUSTRIALITZADA PER A CAMPANAR

1. Presentació de la coberta industrialitzada :



Tal com s'observa a les imatges, l'objectiu és dissenyar i instal·lar una coberta piramidal que perduri en el temps i amb la mateixa aparença de l'original però, com a tret principal, aquesta haurà d'arribar a obra completament fabricada i únicament s'hagi de realitzar la col·locació a la torre del campanar.

Per aconseguir-ho s'ha escollit una sèrie de materials, tipologia d'unions i ancoratges (tant entre els nous materials com entre aquests i la pedra original de la torre del campanar) específics que s'expliquen a continuació.

1.1 Material escollits per a la rehabilitació de la coberta piramidal:

La coberta piramidal dissenyada en aquest projecte, estarà feta dels següents materials:

1. Fusta de pi per l'estructura i entaulat.
2. Acer galvanitzat per consolidar les unions carpinteres de l'estructura.
3. Làmina EPDM per impermeabilitzar la coberta.
4. Pissarra com a capa superficial de la coberta.

1. La fusta com a material estructural:

- Propietats mecàniques de la fusta:

El tipus de fusta escollit és la provinent del pi, ja que, essencialment, pesa menys que la del Roure i, en segon terme, és més econòmica. Com podem observar, les seves propietats mecàniques no disten tant i ens serà igualment vàlida.

	Pi	Roure
Densitat (kg/m³)	402	670
Resistència a flexió [N/mm ²]	9	13
Resistència a compressió (seguint les fibres) [N/mm ²]	8	10
Resistència a compressió (perpendicular a les fibres) [N/mm ²]	1	3
Resistència a tracció (seguint les fibres) [N/mm ²]	6	8
Resistència a tracció (perpendicular a les fibres) [N/mm ²]	0,2	0,3
Resistència a tallant [N/mm ²]	2	2
Mòdul d'Elasticitat [N/mm ²]	11000	12500

La Normativa actual fa dependre aquests conceptes també dels següents aspectes:

1. La humitat de la peça: A major humitat, menor resistència.
2. La duració de la càrrega: Les majors resistències es produeixen davant d'accions més ràpides.
3. La mida de les peces: Hi ha una menor tensió de trencament per a peces més voluminoses.

- Inspecció visual i malalties

És necessari que la peça estigui saludable i això es pot jutjar duent a terme una correcta inspecció visual. A continuació s'enumeren alguns dels símptomes o defectes de la fusta i que descriu la seva influència en les propietats mecàniques de la peça.

1. *Clivelles o esquerdes*: esquerda longitudinal entre les fibres tallant els anells de creixement, produït durant l'assecat de la peça. No afecta a les propietats mecàniques ja que no suposa una discontinuïtat de les fibres.



2. *Nusos*: Naixement d'una branca d'arbre. Suposen un punt dèbil de la peça. A efectes de càlcul no es pot considerar la zona de secció transversal ocupada pels nusos, tot i que, si són petits respecte del cantell de la peça i estan molt espaiats entre sí, sol menysprear-se el seu efecte.



3. *Coloracions grises, verdes i blaves:*

Degudes a...

- a. L'oxidació de betes de resina permanent entre fibres (en el cas de les coníferes) produïdes per l'acció solar. Aquesta causa no afecta a les propietats de la peça.
- b. La presència de fongs cromògens que donen coloració a la fusta. Aquesta causa, en general, tampoc afecta a les propietats de la peça tot i que avisa de la presència d'humitat (actual o passada).



4. *Corc:* La presència d'aquests insectes en fase larvària produeix a la peça una xarxa de galeries reomplertes de serradures amb orificis a superfície circulars o ovalats d'1 a 10mm de diàmetre. La fusta atacada per corcs ha de ser tractada per a aturar el seu desenvolupament. La pèrdua de resistència de la peça pot ser important i ha de ser avaluada en el cas de que es vulgui tornar a utilitzar.

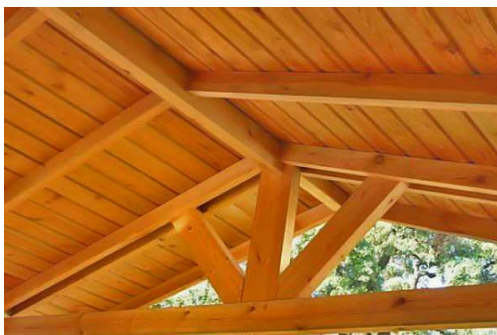


5. *Podriment:* Produïda per fongs xilòfags que destrueixen la fusta amb una important pèrdua de matèria. El podriment es limita únicament allà on la zona d'humitat és elevada (major del 20% a l'interior de la peça). Les zones d'un edifici més susceptibles de ser atacades per podriment són aquelles humides i poc airejades:



- Tipus de fusta i tractaments que li aplicarem:

El tipus de fusta escollida és la conífera massissa, de classe resistant C24 (la que s'empra normalment en les encavallades de fusta), portarà un tractament d'insecticida i fungicida del tipus NP1 i un tractament previ amb Autoclau



En primer lloc, en referència al tipus de protecció davant els agents biòtics, tal com diu el DB SE-M pertanyent al Codi Tècnic de l'Edificació, la classe d'ús a la qual pertany la fusta de la coberta piramidal és la classe d'ús 1 (l'element estructural es troba a cobert, protegit de la intempèrie i no exposat a les humitats. En aquestes condicions la fusta massissa té un contingut d'humitat menor del 20%).

Però, considerant que tècnicament s'està col·locant aquesta fusta en una coberta on hi haurà una ventilació, segons el Document Bàsic de Seguretat Estructural de la Fusta, passarem a considerar-la classe d'ús 2: L'element de fusta haurà de rebre un tractament superficial amb un producte d'insecticida i fungicida del tipus NP1 (no arriba a penetrar la fusta).

En segon lloc, pel que fa al nivell de protecció, com que la fusta conífera és un tipus de fusta amb uns elevats valors de densitat, serà necessari un tractament previ per assegurar-nos que no s'hagi de fer un constant manteniment.

En aquest cas se li farà un tractament incolor en Autoclau (consistent en introduir la fusta en un autoclau tancat hermèticament on, abans d'introduir-hi a por obert els vapors d'alta pressió dels diferents productes que la protegiran, s'ha d'eliminar l'aire, aigua i resines de les cèl·lules que formen l'albeca) de classe III, emprat en fustes destinades a estar a l'exterior sense contacte amb la terra i preparada per la humitat com per exemple fusteries exteriors.



Exemple de fusta tractada amb Autoclau

1. Acer Galvanitzat per consolidar les unions carpinteres:

Tot i que els materials protagonistes de la coberta pinacle objecte d'aquest projecte són la fusta i la pissarra, per tal de consolidar el cos i que treballi com un conjunt, es completaran aquestes unions carpinteres amb platines i passadors d'acer galvanitzat en calent.

La finalitat del galvanitzar és la de protegir la superfície dels elements metàl·lics que incorporem a les unions. El més comú consisteix a dipositar una capa de zinc (Zn) sobre ferro (Fe), ja que al ser el zinc més oxidable, menys noble que el ferro i generar un òxid estable, protegeix el ferro de l'oxidació a l'exposar-se a l'oxigen de l'aire.

Caldrà tenir cura de no haver de soldar cap element de galvanització a obra, ja que d'aquesta manera es perd la capa de protecció i amb gairebé el 100% de probabilitat, s'oxidarà i atacarà la fusta que estigui en contacte de manera progressiva.



2. Làmina EPDM per a que quedi sota de la pissarra:

Per aconseguir garantir l'estanqueïtat de la coberta piramidal, entre l'entarimat de fusta de pi i la capa exterior de pissarra, es col·locarà una làmina EPDM de cautxú de butil la qual garantirà la impermeabilització del conjunt i que no hi haurà cap problema a l'hora de clavar la pissarra a la fusta del pinacle.

Aquest tipus de làmina és apte per a tot tipus de climatologies, suportant temperatures entre els -40 °C i els 130 °C; la seva alta flexibilitat permet que s'adapti als diferents moviments de dilatació i contracció que hi poguessin haver

Les propietats de la làmina escollida són:

- Permanent elasticitat des de -45 °C fins a 130 °C.
- Excel·lent resistència a la radiació UV.
- Excel·lent estabilitat tèrmica i dimensional.
- Facilitat i rapidesa d'instal·lació.
- Espessor de 2mm i pes de 2,5kg/m².
- 50 anys de vida útil a la intempèrie.

Per tant, tot i que segons les prestacions de la fitxa tècnica del material la làmina EPDM escollida podria restar a la intempèrie i la coberta seria completament estanca, la catalogació de l'edifici prohibeix variar l'aparença de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu i, per tant, s'ha de col·locar la pissarra igualment.



3. Pissarra com a revestiment superficial que quedarà a la intempèrie:

Per tal de no perdre l'essència original de l'Església Parroquial de Sant Bartomeu, s'ha escollit una pissarra de dimensions 25x15cm (i es va reduint lleugerament a mesura que s'apropi a la cúspide) amb un acabat el més semblant possible a la pissarra del pinacle original amb el color gris-negre i una textura rugosa:



S'ha escollit un tipus de pissarra de compressió tectònica no carbonatada ja que a part de ser el tipus de pissarra tradicional és la que, en general, ofereix les millors prestacions de durabilitat.

Es tracta d'una roca que té el seu origen en roques sedimentaries argiloses, inclosos els sediments d'origen volcànic-clàssic que pertanyen a un rang que comença en el límit entre la formació metamòrfica i sedimentària i acaba en les formacions epizona-metamòrfica de les fil·lites. Els components predominants i més importants són els fil·losilicats, i el clivatge, resultant d'una esquistositat de flux originat per un metamorfisme de grau baix o molt baix.

En quant al format de la peça és l'arrodonit amb una espessor de peça de 4mm i una disposició el més octogonal que permet la geometria del pinacle.

En quan a la fixació de les peces, tot i que normalment s'escull entre clavat ocult i ganxo vist, s'ha optat per una solució mixta de ganxo + clau ocult que assegurarà no haver de fer un manteniment continu d'aquesta coberta, la qual té un accés complicat com per fer intervencions reiterades.



En termes de durabilitat de la pissarra, cal dir que les pissarres espanyoles presenten, en general, una vida útil altament satisfactòria com a conseqüència de la seva composició mineralògica i de la seva estructura de fàbrica.

Aquestes pissarres contenen una mineralogia molt estable, cosa que es tradueix en una estanqueïtat de la coberta durant llargs períodes de temps, ja que els minerals sensibles a l'acció mediambiental són molt escassos o no apareixen en la seva composició (ens referim al contingut en carbonats i carbó no carbonatats, els quals es presenten en una quantitat inferior al 5% i al 2% respectivament doncs del contrari s'haurien de rebutjar les peces de pissarra en qüestió).

- Singularitats que es podem trobar a la pissarra:

1. *Eflorescències:* Són taques blanquinoses sobre la superfície de la pissarra, constituïdes per incrustacions de carbonats o de pirites laminars de forma arborescent. Aquesta singularitat afecta únicament a l'aspecte exterior de la pissarra i no a les seves prestacions de resistència i durabilitat.



2. *Bregades:* Són relleus produïts a la superfície de la placa per canvis sobtats en la orientació dels plans d'esquistositat. Estan formats per plecs com els de la fotografia. Les bregades es manifesten en forma de línies sensiblement rectes amb la peculiaritat de que les mateixes transcorren, habitualment, de costat a costat dels cantons contigus o oposats. La seva presència pot afectar a la col·locació en coberta quan s'arriba a un relleu superior dels 2-3 mm.



3. *Refollo:* Són relleus laminars produïts per falta de continuïtat dels plànols de foliació de la pissarra, que es produeixen quan el material no es lamina adequadament ja sigui perquè ho impedeix la naturalesa del material o per errades de l'operari durant el llaurat de les plaques. Tot plegat dona lloc a problemes de col·locació per falta d'assentament suficient quan s'arriba a uns relleus superiors dels 2-3mm.



4. *Quars*: Són discontinuïtats, en forma de fil i de tonalitat blanquinosa, que travessen totalment la placa de pissarra i per tant, són visibles en ambdós costats de la peça de pissarra. Constitueixen plànols de debilitat de la placa de pissarra, pel que la seva inclinació respecte dels plans d'esquistositat afecten de manera important a la resistència a flexió del material.



5. *Nusos*: Son bonys puntuals i superficials originats per acumulació de mineralitzacions, sobre tot arenoses, entre els plànols d'esquistositat, de la pissarra. La seva presència, quan adquireixen una mida suficient, pot afectar a la col·locació de la pissarra degut a un mal assentament.



6. *Pirites*: El terme "pirites" fa referència al conjunt de mineralitzacions de sulfurs de ferro que poden donar lloc a taques d'òxid, més o menys rellevants, tot i que no afecten a la durabilitat de la pissarra.



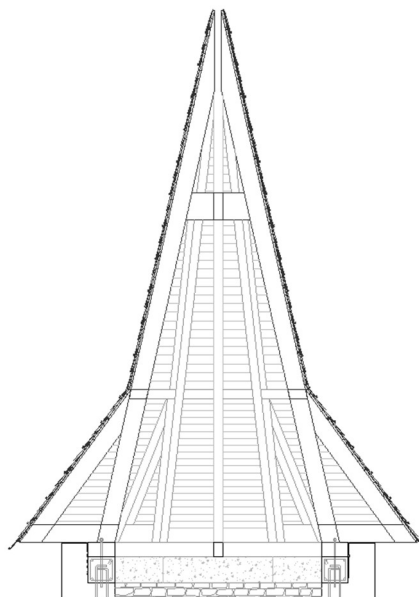
1.2 Criteris de disseny de la coberta pinacle:

1.2.1 Mantenir l'essència original

Com ja s'ha dit anteriorment, l'Església Parroquial de Sant Bartomeu és un BCIL (Bé Cultural d'Interès Local), per tant, tal com s'especifica l'article 35 de la Llei 9/1993, de 30 de setembre, del Patrimoni Cultural Català (amb última modificació el 23 de març de 2012) s'hauran de respectar els següents criteris d'intervenció:

- Mantenir l'estructura urbana i arquitectònica del conjunt i les característiques generals de l'ambient i de la silueta paisatgística. No es permeten alineacions, alteracions a l'edificabilitat, parcel·lacions ni agregacions d'immobles, excepte quan contribueixin a la conservació general del caràcter del conjunt.
- Es prohibeixen les instal·lacions urbanes, elèctriques, telefòniques i qualsevol altre, tant aèries com adossades a la façana, que es canalitzaran soterrades. Les antenes de televisió, les pantalles de recepció d'ones i els dispositius similars s'ubicaran en llocs on no perjudiquin la imatge urbana o de part del conjunt.
- El volum, tipologia, morfologia i el cromatisme de les intervencions en els entorns de protecció dels béns immobles d'interès local o nacional no poden alterar el caràcter arquitectònic i paisatgístic de l'àrea ni pertorbar la visualització del bé. A l'entorn dels immobles d'interès nacional o local es prohibeix qualsevol moviment de terres que comporti una alteració greu de la geomorfologia i la topografia del territori i qualsevol abocament d'escombraries.

Per tant, la prioritat del projecte ha de ser la de preservar l'immoble i s'aconseguirà realitzant un disseny estructural inicial imitant la solució original, i a partir d'aquí, les modificacions més significatives es produiran en els punts que no siguin visibles des de fora:

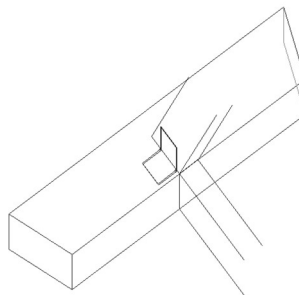
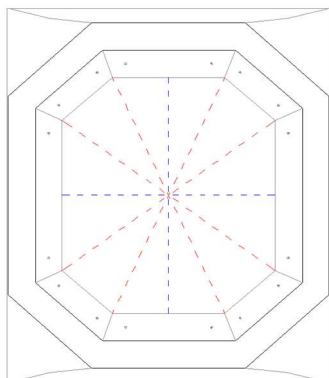


Imatge on s'aprecia l'estructura de fusta que compona la coberta piramidal original a l'esquerra i a la dreta una secció de la coberta proposada.

1.2.1.1 Procés de disseny estructural del Pinnacle:

El plantejament de disseny s'inicia des de la geometria octogonal en planta de la torre del campanar, agafant cada vèrtex i les quatre cares frontals per anar a buscar el centre

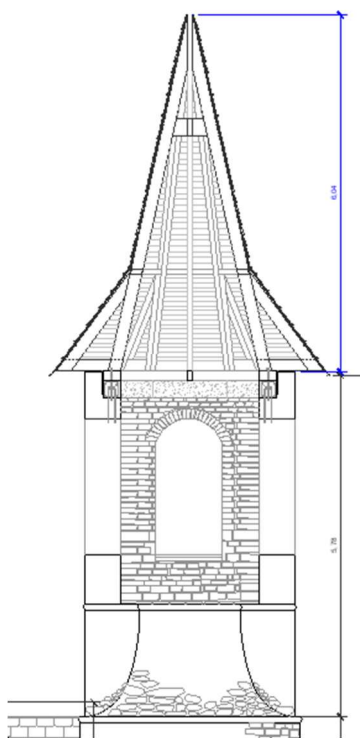
geomètric tal com es mostra a la figura. Per tant, vist en planta es veu com hi ha dotze bigues estructurals de fusta, les quals naixeran d'una biga sabatera de 30x15 cm (base x altura) imitant la geometria de la torre, que aniran a buscar el centre geomètric de la torre del campanar.



En segon lloc, per tal de concretar l'alçada de la nova coberta piramidal s'ha de saber quines eren les de la coberta original. Degut a l'absència tant de plànols com de la mateixa coberta, la base han estat les proporcions extreïdes de fotografies antigues de la façana principal quan encara hi era la coberta piramidal original.

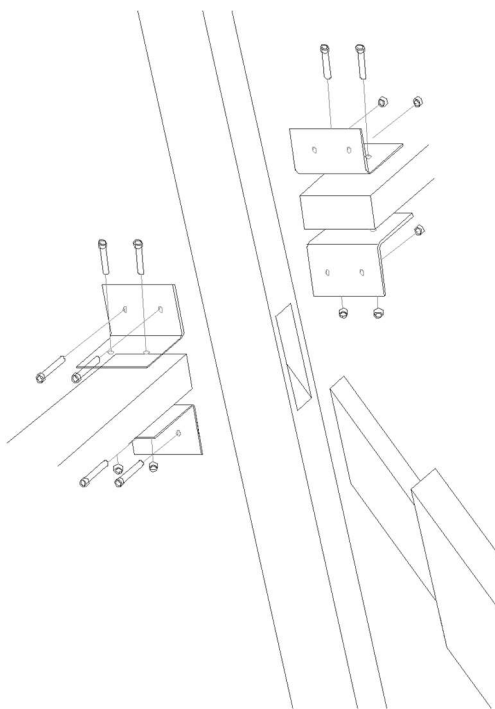
Per tant, l'alçada de la coberta serà de 6 metres i, si es té en compte l'antena del parallamps, l'alçada total seran 8 metres.

En quan a l'estructura dels taulons o bigues verticals principals que aniran a buscar el centre geomètric, s'han escollit llistons de fusta de 10x20 cm (base x altura), on l'altura és el doble per garantir una inèrcia elevada, els quals asseguruen que suporten els esforços de vent que hi poden haver i tindrien una fletxa admissible per un càlcul de 4,35 metres d'altura que és l'esveltesa màxima a la qual podrien arribar per disseny.

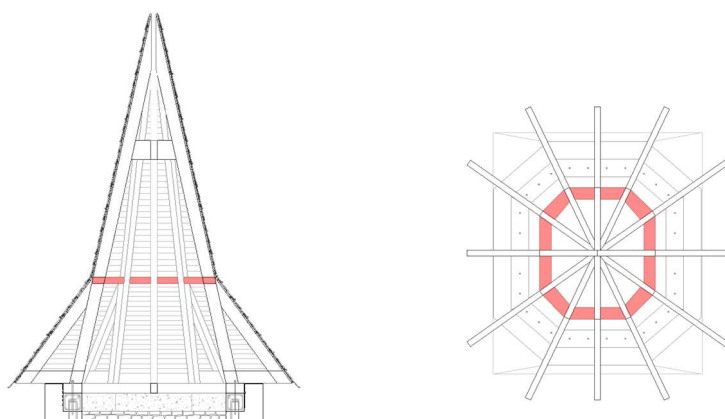


En tercer lloc, seguint amb la volumetria del conjunt, s'aprecia com a la coberta original es podien distingir dos pendents diferents; el faldó de sota on era inferior i el cos superior on el pendent era més elevada.

Per tant, en base a les proporcions de la coberta piramidal antiga, en les possibles unions entre els llistons de fusta afectats en aquell canvi de vessant i la superposició de la pissarra posterior hem solucionat aquest punt conflictiu amb unes unions de fusta del "tipus encaix de coixí" tal com veiem a la imatge, amb un angle de 54° , segons càlculs, amb el qual no hi haurà problemes per col·locar la pissarra amb el seu respectiu encavalcament entre peces.



En quart lloc, per tal de reduir l'esveltesa dels llistons de fusta estructural, s'ha col·locat un anell just al punt de canvi de vessant de la coberta que connecta els dotze llistons entre si, de dimensions 20x10 cm, ancorades amb platines i passadors galvanitzats. D'aquesta manera es redueixen les fletxes produïdes pels esforços del vent.

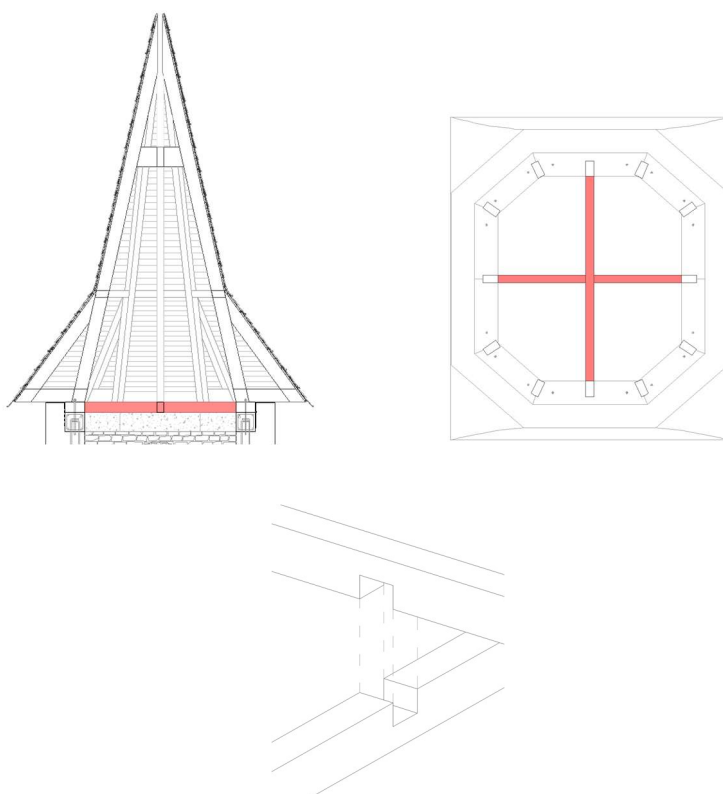


En cinquè lloc es col·locaran taulons de fusta de 2 cm de gruix en tot el perímetre de la coberta piramidal, deixant-la completament tapada per tal de rebre les posteriors capes superficials. Aquests taulons, que aniran clavats sempre sobre els llistons estructurals principals, tindran també la funció de donar rigidesa el conjunt de l'estructura de fusta.

En sisè lloc, es col·locaran dues creus de fusta a l'interior del conjunt estructural: una anirà ancorada a l'inferior de l'estructura de fusta, concretament a la biga sabatera, i a part d'aportar resistència a compressió a la biga sabatera quan l'estructura pateixi esforços del vent en una sola direcció també servirà perquè els operaris que hagin de realitzar els remats pertinents des de l'interior puguin lligar l'arnès de seguretat allà.

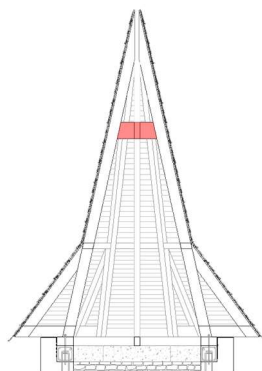
La secció d'aquesta creu de fusta serà de 10x15 cm (base x altura); a causa del fet que tindrà el mateix cantell que la biga sabatera.

La unió tipus en els dos casos de creu de fusta serà la d' "encaix a mitja fusta" tal com es mostra al detall:



D'altra banda, la creu de fusta superior servirà per unir els 4 llistons principals i, a més, per a lligar l'eslinga del camió ploma una vegada s'hagi de col·locar el pinacle al capdamunt de la torre; això assegura que l'eslinga treballi completament vertical i, per tant, tingui unes majors prestacions mecàniques.

Perquè la creu superior treballi correctament una vegada es produeixi la instal·lació del pinacle s'ha incrementat el cantell fins a 0,45 m, per tant, parlarem d'unes dimensions de 10x45 cm (base x altura).



1.2.2 Garantir un funcionament estructural correcte:

Per tal d'aconseguir que la nova coberta piramidal perduri en el temps amb el menor manteniment possible tot i estar a la intempèrie de manera permanent s'han consolidat les unions carpinteres amb passadors galvanitzats, s'ha procurat que la coberta sigui estanca i, per últim, en base al funcionament estructural de les cúpules, s'ha reforçat l'anella inferior de l'element que és el punt d'unió entre la coberta i la torre del campanar.

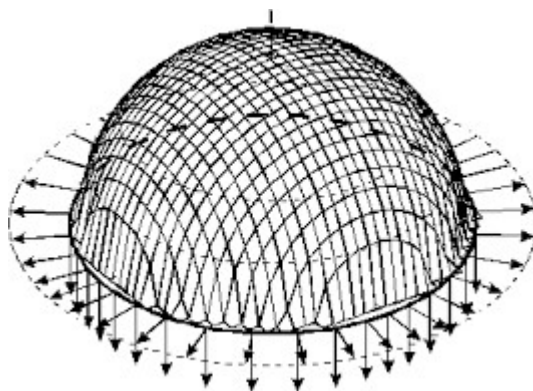
1.2.2.1 Estanqueïtat de la coberta:

Si bé la coberta pinacle original no tenia els llistons de fusta perimetrals que es col·loquen per ancorar la pissarra, val dir que tampoc tenia cap làmina impermeable i, d'aquesta manera, la fusta es va anar deteriorant fins a perdre les seves capacitats mecàniques.

Amb l'objectiu d'assegurar que la coberta queda impermeabilitzada s'ha col·locat una làmina EPDM de cautxú superposada a les cantonades del pinacle. Aquesta làmina, a més, està preparada per admetre els ancoratges dels ganxos i claus de la pissarra.

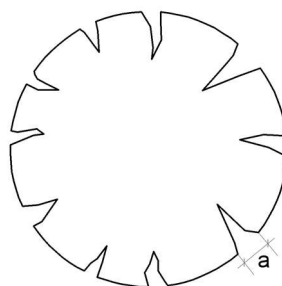
1.2.2.2 Funcionament estructural:

Per al funcionament estructural de la nova coberta pinacle s'ha pres com inspiració la hipòtesi de càlcul pròpia de les cúpules, la qual es basa en què els esforços de Pes propi i variables que rep es redistribueixen fins a anar a parar a l'anell, on es tradueixen en esforços cap a l'exterior de la mateixa cúpula:



En la imatge superior es pot apreciar aquesta redistribució radial dels esforços una vegada apliquem la càrrega superior.

Un fet anecdòtic però que explica molt clarament aquest funcionament estructural és quan agafem mitja taronja, la col·loquem com la cúpula de la imatge anterior i pressionem amb el dit. Es veurà com s'esquerda per tot el perímetre tal com veiem a la següent figura:



Aquestes esquerdes radials que es produïrien a la pela de la taronja significa que les tensions internes més grans es produeixen allà i per tant és per on s'hauria de produir un reforç.

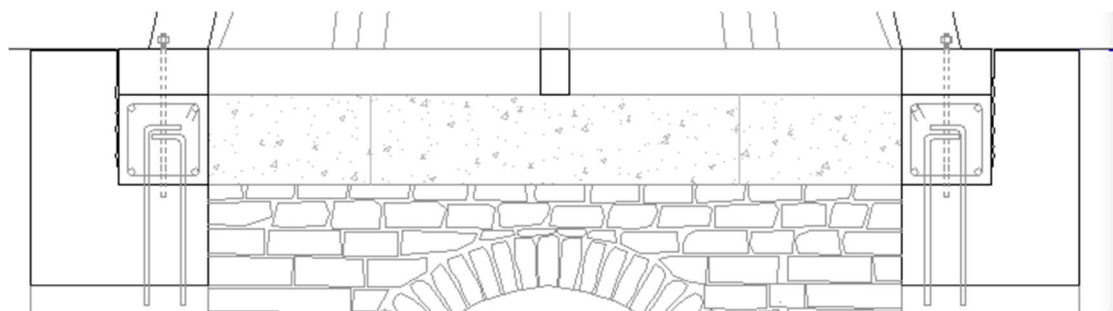
Per tant, d'una manera molt simplificada és com s'explica el perquè les cúpules sempre tenen l'anell tan reforçat.



El disseny de la coberta piramidal d'aquest projecte, tot i que no tindrà gaires càrregues verticals més enllà del seu pes propi, degut a les fortes pendents, tindrà sempre tendència a patir esforços cap a fora provinents dels dotze llistons estructurals principals. Per tal que aquests esforços no ens suposin cap problema s'ha dissenyat un anell del pinacle que resideix en l'encavalcament amb la pedra de la torre del campanar.

Com que en els treballs previs es realitza un enderroc de la coberta actual de formigó, també s'aprofita per fer un esglaó a la pedra perquè tinguin lloc els dos elements que conformaran aquest anell estructural comentat:

- Cèrcol de formigó
- Biga sabatera de fusta



Aquests dos elements aniran completament units, perquè el cercol de formigó tindrà ancoratges que el faran fort amb la pedra de la torre del campanar i, al mateix temps, tindrà unes esperes que treballaran sobretot a tallant que l'uniran amb la biga sabatera que vindrà amb el pinacle.

D'altra banda, una vegada la coberta està instal·lada, interessa que tingui un pes sempre major que l'esforç perpendicular del vent que pugui patir.

Per tant, la coberta està dissenyat perquè tingui, una vegada connectada amb el cercol de formigó i la torre en si, un major pes en KN que el que pugui provocar els efectes del vent.

2. PROCÉS D'EXECUCIÓ:

2.1 Resum dels treballs a executar:

Els conjunt de treballs per tal de poder instal·lar la nova coberta piramidal es divideixen en cinc capítols:

- Treballs previs i enderrocs.
- Treballs de fabricació del pinacle a taller.
- Treballs a l'interior de la torre del campanar.
- Treballs d'instal·lació de la coberta piramidal a la torre del campanar.
- Treballs de remats finals i instal·lació del parallamps.

2.2 Treballs previs i enderrocs:

En aquest primer capítol s'haurà de dur a terme una neteja de l'interior de la torre del campanar, on actualment no podem accedir a causa de l'acumulació de residus que hi ha darrere de la porta.

Per tal d'aconseguir-ho, s'ha de buscar el punt d'aigua més proper i connectar una mànega per tirar aigua dintre i anar desfent l'acumulació de restes.

Abans, però, es desmuntarà la porta que hi ha actualment per treballar millor i col·locar-la una vegada finalitzin els treballs.

Posteriorment, es retirarà la coberta actual de formigó que hi ha al capdamunt de la torre del campanar. Per aconseguir-ho, amb un braç hidràulic de 25 metres de capacitat un operari, amb arnès homologat i des de la cistella, anirà picant el formigó amb medis mecànics deixant caure la runa a la planta baixa de la torre.

Una vegada no quedin restes del formigó ni del tub de PVC de sanejament que es va col·locar de manera provisional, el mateix operari passarà a fer el rebaix de la pedra de la torre per a col·locar-hi posteriorment el cèrcol de formigó.

Òbviament en aquest punt no caldrà que la precisió de la fondària del rebaix sigui exacte, ja que tampoc és essencial. Sí que s'haurà de tenir cura de no superar els 30 cm d'amplada que tindrà aquest cèrcol.

El següent pas serà col·locar soterrada una placa massissa de Coure de 60x60 cm per a connectar el cable del parallamps. Serà el punt de connexió a terra de la instal·lació suposant que tenim una conductivitat del terreny menor de 3 Ohms.

Finalment, es farà una arqueta per poder fer el manteniment d'aquesta connexió entre el baixant de Coure i la placa massissa; l'arqueta serà de fàbrica i dintre hi dipositarem una caixa de registre de polipropilè, el qual quedarà a l'interior de la torre el més a prop de la paret possible, ja que ancorarem el baixant del parallamps per un dels laterals de la torre.



Arqueta tipus de Polipropilè

2.3 Treballs de fabricació de la coberta:

El primer pas abans de començar a fabricar l'estructura de fusta de la coberta piramidal serà realitzar una comprovació in-situ que les dimensions considerades al disseny del projecte són correctes.

Els treballs de fabricació de l'element es dividiran en dos capítols: Treballs d'estructura de fusta i treballs de coberta.

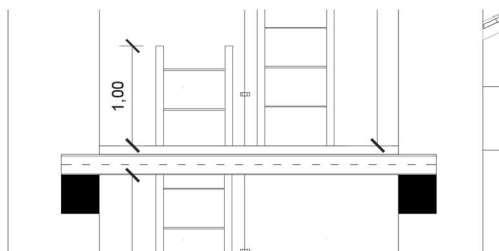
- Treballs d'estructura de fusta: Es duran a terme totes les feines relatives a la fabricació de la fusta, tractaments previs, unions carpinteres, consolidació de les unions amb passadors i platines galvanitzats i entarimat de fusta en tota la seva envoltant. Per últim, realitzaran l'apertura al centre de la coberta per a poder instal·lar el parallamps.
- Treballs de coberta: Una vegada estigui l'estructura de fusta fabricada i muntada, el següent pas serà el de fabricar una coberta estanca. Es realitzaran els treballs d'instal·lació de la làmina impermeable EPDM i de les peces de pissarra imitant al màxim possible la distribució de la coberta piramidal original però, en lloc d'anar únicament clavades, amb doble ancoratge format per claus i ganxo.

L'últim pas serà el de transportar el conjunt de l'element muntat fins a Burg. Per dur a terme aquest propòsit caldrà demanar un permís especial de transport des del municipi on es preveu que es duuguin a terme els treballs de fabricació, segurament Sort per quantitat d'empreses que s'hi dediquen, fins al nucli de Burg transportant-lo un total de 25 km.

2.4 Treballs a l'interior de la torre del campanar:

Després d'haver alliberat l'espai de la torre del campanar i d'haver picat la coberta de formigó existent, es procedirà a instal·lar uns forjats interiors de relliga tipus tramex per tal que es pugui tornar a circular pel cor de l'Església i també fer possible el manteniment tant de l'interior de la coberta piramidal com de la campana.

Aquesta intervenció consistirà en la realització d'uns daus de formigó de 30x30 cm, previ rebaix i pont d'unió, a dues cares de la torre del campanar per tal de recolzar-hi unes bigues IPE80 de la següent forma:



Vista en secció de dos daus de formigó, una de les bigues IPE80 i, recolzada sobre la biga metàl·lica, la relliga o tramex en qüestió.

Es transportaran les bigues metàl·liques, degudament protegides per tal de no malmetre la torre del campanar per dintre, amb un camió grua des del carrer principal on efectuarem la majoria dels treballs fins a l'interior de la torre del campanar.

Una vegada estiguin les bigues IPE80 col·locades, s'acabarà de reomplir el forat que quedi amb morter de reparació perquè quedi del tot consolidat. En total es col·locarà un total de 8 bigues, ja que hi haurà 4 forjats de relliga per tal d'evitar arribar als 4 metres d'alçada i així no haver de protegir l'escala de manteniment que hi ha en aquesta intervenció.

El següent pas serà col·locar les relligues, les quals vindran dividides en dues parts cada forjat per poder entrar-les bé per sobre de la torre del campanar i no donar cops als paraments verticals, posteriorment s'instal·laran les portes o "trampilles" que aniran a cada relliga.

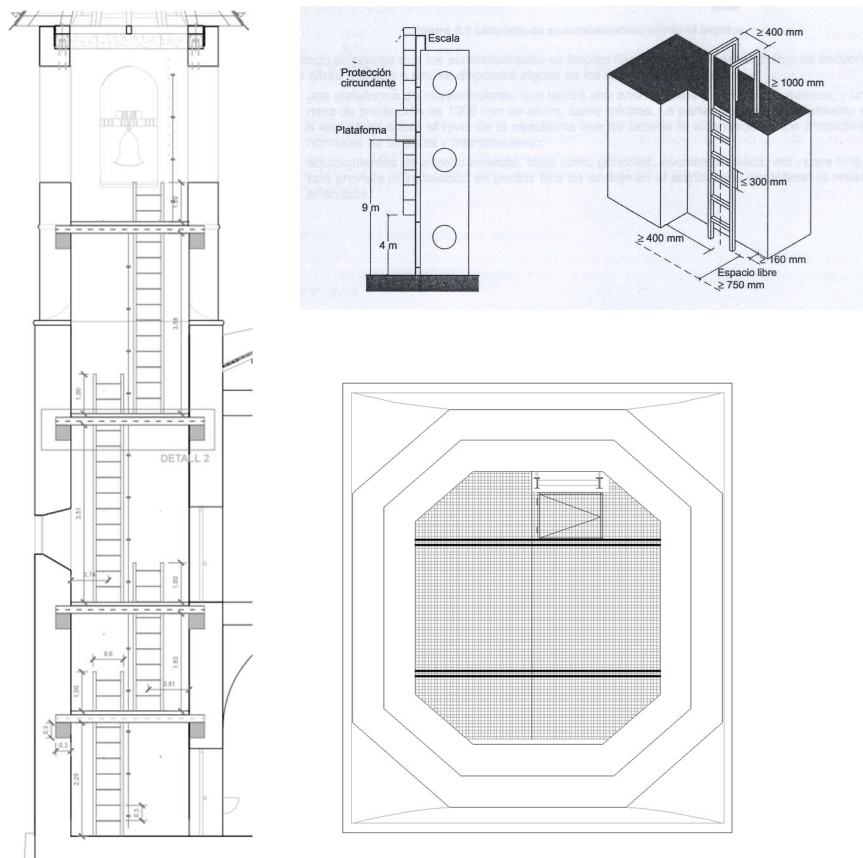
Tant per a col·locar les bigues IPE80 com per a recolzar i ancorar les relligues a cada forjat nou que es realitzi caldrà una escala que s'entrarà amb camió grua per dalt de la torre del campanar. A l'hora de treballar a sobre de les relligues amb l'escala, es col·locaran uns taulons de fusta per a garantir un correcte recolzament de l'escala.



Exemple d'escala de treball que utilitzaran els operaris dintre de la torre.

Planta per planta, s'alteraran els treballs d'instal·lació de les relligues amb els de l'escala de manteniment, la qual vindrà en quatre trams, ja que les portes o "trampilles" no restaran a la mateixa ubicació a cada forjat i no haver de fer-les protegides, tal com s'ha mencionat anteriorment.

Les escales aniran ancorades al parament vertical de la torre del campanar mitjançant tacs químics; i compliran les següents mesures:



Vista en secció de la torre del campanar on veiem
Els 4 forjats de relliga + 2 bigues IPE80.
A la vista en planta es pot observar la porta d'accés a cada forjat.

El següent pas serà fer el cercol de formigó armat de 30x30 cm que anirà al rebaix fet al capdamunt de la torre del campanar.

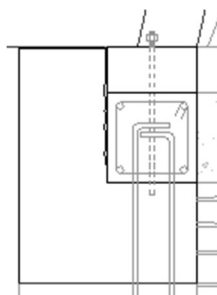
Es treballarà en dues colles de dos operaris cadascuna: un d'ells des de l'últim forjat de relliga, amb una xarxa de protecció col·lectiva disposada perimetralment i ajudant-se d'una escala.

La segona colla treballarà des del braç hidràulic de 25 metres ubicat just davant de la porta d'accés al cementiri de l'Església.

La funció de la primera colla serà aplicar el pont d'unió, preparar l'encofrat de fusta per al posterior formigonat amb bomba i, quan arribi l'acer B500SD per a l'armadura del formigó, ajudar a col·locar-lo al seu lloc corresponent i assegurar que hi ha el recobriment mínim suficient.

D'altra banda, la segona colla s'encarregarà de realitzar els forats a la pedra de la torre per als corrugats que fan de connexió entre el cercol de formigó i la torre del campanar, ajudar a la primera colla a ubicar l'armadura del cercol de formigó i, per últim, realitzar els forats per als "espàrrecs" d'unió entre el cercol i la biga sabatera de fusta de la coberta piramidal l'endemà de formigonar.

Per tal de tenir el mínim error possible, els forats de les unions entre cercol de formigó i biga sabatera es realitzaran amb una plantilla extreta del disseny de la mateixa coberta piramidal, ja que quan s'instal·li aquesta hauran de coincidir al 100%.



Secció on es veuen corrugats d'unió entre el cercol de formigó i la torre del campanar i de l'espera o "espàrrec" que unirà biga sabatera i cercol de formigó.

2.5 Treballs d'instal·lació de la coberta pinacle:

El punt més delicat i alhora decisiu d'aquest projecte serà el de la instal·lació de la nova coberta piramidal, la qual vindrà, com ja hem comentat, completament muntada i llesta per a ser col·locada a sobre de la torre del campanar.

Per poder dur a terme aquest propòsit es requerirà la següent maquinària:

- Grua mòbil del model Liebherr LTM 1030-2.1 de 40 metres de ploma i 44 metres d'elevació màxima, amb una càrrega màxima de 40 Tones, 3 Tones en punta.



Aquesta grua serà l'encarregada de carregar, mitjançant una eslinga lligada de la creu de fusta col·locada a la part superior, la coberta fins al capdamunt de la torre.

- Camió grua "Autogru" 6TM de, com diu la nomenclatura, 6 Tones de capacitat.



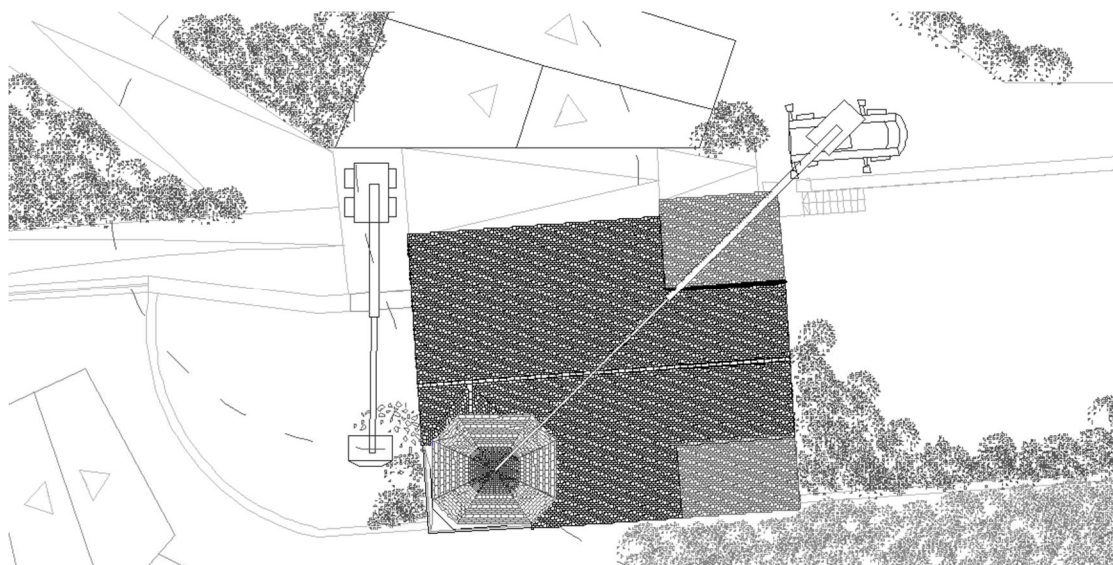
Amb la capacitat de 6 Tones serà més que suficient per carregar la coberta piramidal acabada des de l'empresa encarregada d'instal·lar la pissarra i la làmina EPDM al pinacle fins a Burg.

Degut a l'amplada de l'element a transportar, s'haurà de demanar un permís especial de transport fins a Burg.

- Braç articulat dièsel tipus Haulotte HA-25 PX de 25 metres de capacitat.



Des d'aquest braç, un operari s'encarregarà d'orientar el pinacle quan estigui subjectat per la grua mòbil per encaixar-lo correctament quan estiguem carregant-lo amb el camió grua. Uns altres dos operaris també estaran ajudant des de dintre de la torre del campanar.



L'eslinga que es farà servir per transportar la nova coberta amb el camió grua serà del tipus plana amb gasses reforçada i amb una capacitat de 5000kg, molt per sobre dels quasi 2500kg que pesa l'estructura del pinacle. Es lligarà al a creueta superior interior del campanar i una vegada estigui col·locada, es tallarà.



Una vegada estigui la coberta piramidal acoblada al capdamunt de la torre, s'hauran d'acabar d'enroscar les esperes deixades per connectar cercol de formigó i biga sabatera del conjunt instal·lat.

2.6 Treballs de remats finals i instal·lació del parallamps.

L'últim pas serà instal·lar el parallamps al capdamunt del pinacle; hem escollit una punta simple del tipus captadora o Franklin, de 20 mm de diàmetre, amb una longitud de 2 metres assegurant un angle de protecció de 55° amb un nivell de protecció de nivell 4 segons taules del CTE SUA.

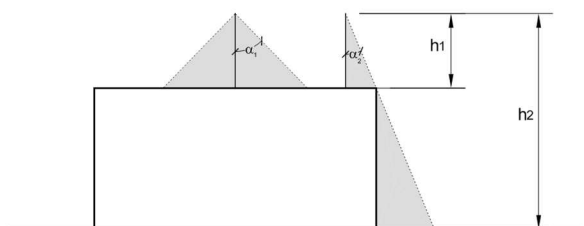


Figura B.2 Angulo de protección, disposición para diferentes alturas

Tabla B.1 Ángulo de protección α

Nivel de protección	Diferencia de altura h entre la punta del pararrayos y el plano horizontal considerado			
	m			
	20	30	45	60
1	25°	*	*	*
2	35°	25°	*	*
3	45°	35°	25°	*
4	55°	45°	35°	25°

* En estos casos se emplean los métodos de esfera rodante y/o malla.

El motiu d'aquesta elecció és la simplicitat del mecanisme i que permet col·locar el tub baixant per dintre de la torre del campanar tal com ens demana la catalogació de l'edifici. El tub de baixant anirà protegit i comptarà amb un comptador de registre en un dels forjats per tal de poder realitzar-ne el manteniment.

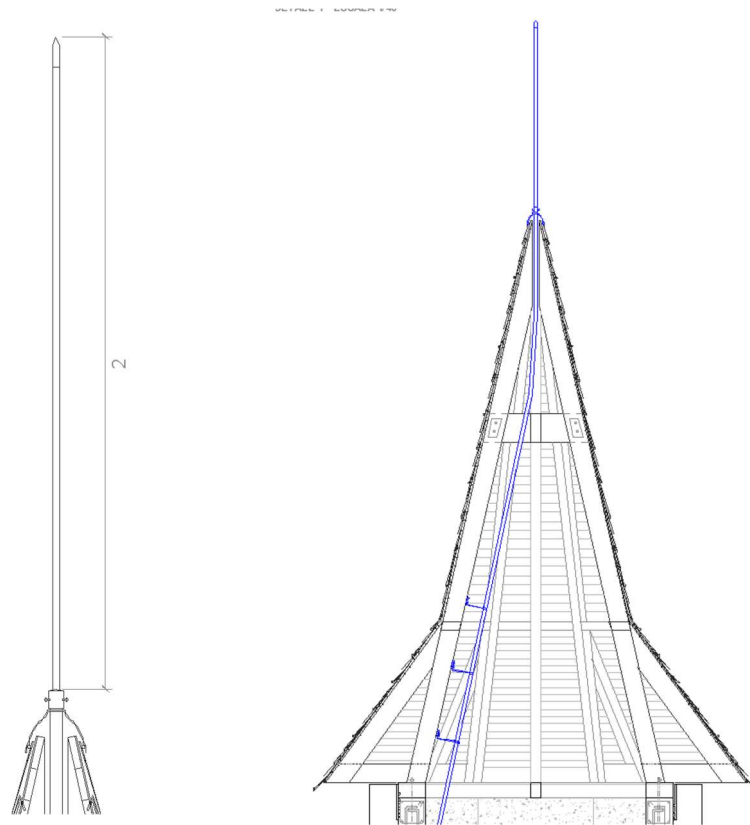
El procés d'instal·lació serà el següent: en primer lloc, des de sota del pinacle, es farà passar el conducte rígid que farà d'encaix roscat al parallamps pel forat preparat en la unió de les bigues de fusta principals.

El conducte rígid tindrà uns girs amb un radi mínim de 20cm ja que la instal·lació del parallamps no permet girs bruscos en el recorregut fins a la xarxa de terres.

Una vegada estigui el suport del parallamps encaixat a l'apertura, s'ancorarà a l'estructura de fusta de la coberta amb unes abraçadores i unes grapes i, a continuació, es connectarà el

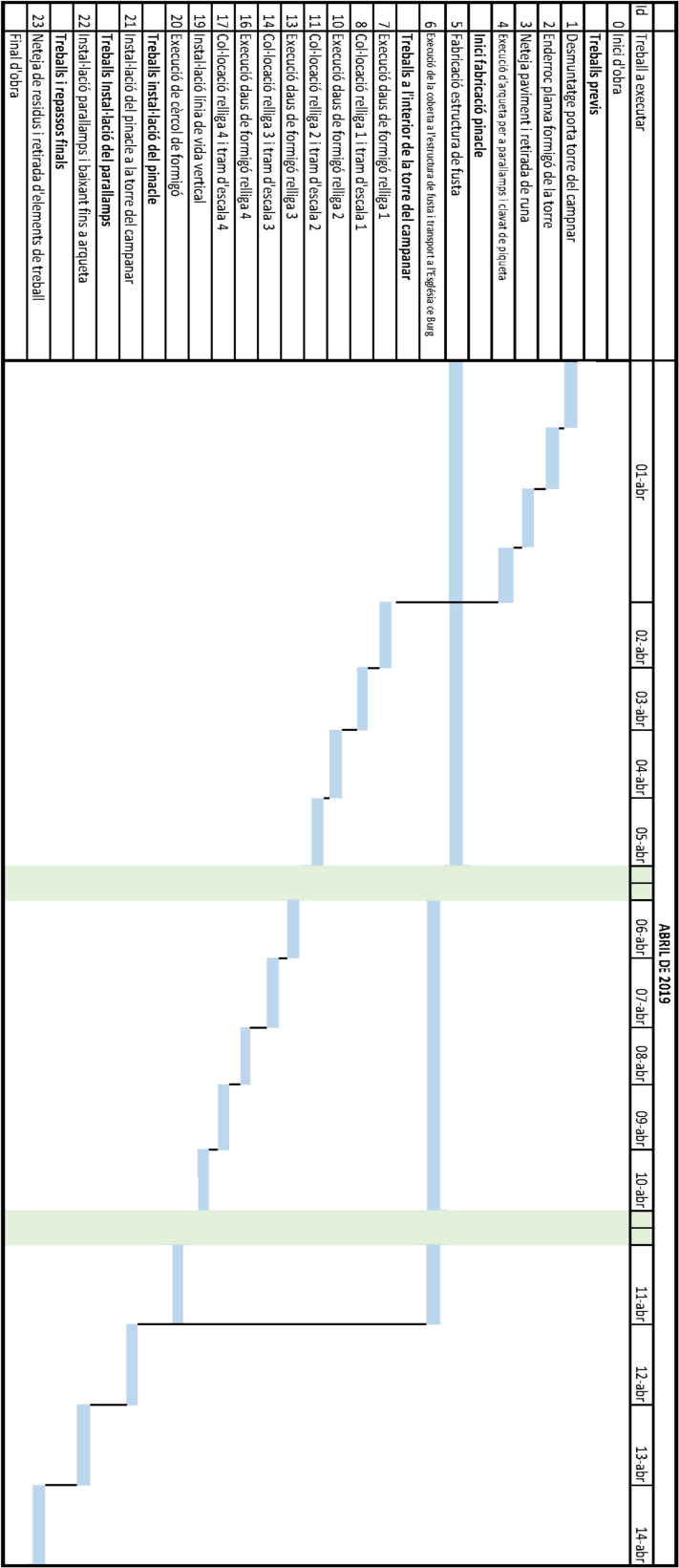
cable de coure protegit amb PVC i es farà baixar, passant-lo pels forats de 30x30 mm de la relliga i ancorant-lo a la paret de cadascuna de les plantes dels nous forjats. Finalment, el baixant del parallamps es connectarà a la placa massissa de Coure que col·locarem soterrada a la planta baixa de la torre del campanar i registrable des de l'arqueta de polipropilè.

L'últim pas per a la instal·lació del parallamps serà instal·lar, enroscant-la al conducte rígid, la punta Franklin de 2 metres d'alçada. Aquest treball es durà a terme des del braç hidràulic de 25 metres.



Per últim, tal com està descrit a les partides d'obra, una vegada es finalitzin els treballs caldrà enretirar tots els materials, maquinària i residus d'obra deixant el lloc de treball completament net i llest per al seu ús.

2.7 Diagrama de Gantt



3 CÀLCULS:

3.1 Càlculs de funcionament estructural de la coberta piramidal:

Per a la realització dels càlculs de l'estructura de la coberta s'han seguit tres criteris:

1. Reforçar l'anella inferior
2. Dotar l'element d'un pes que, transformat en força, sigui superior al que pugui provocar el vent per pressió i succió.
3. Donar unes proporcions als llistons principals que redueixin la possible fletxa que pugui provocar el vent.

3.1.1 Reforçar l'anella inferior:

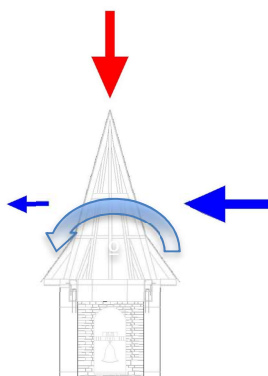
Tal com s'explica a l'apartat anterior, es reforça l'anella inferior amb un cercol de formigó armat que queda confinat dintre del perímetre de la part superior de la torre del campanar.

3.1.2 Dotar l'element d'un pes que, transformat en força, sigui superior al que pugui provocar el vent per pressió i succió.

Per tal d'aconseguir-ho, es dotarà a l'estructura d'un pes que, sense tenir en compte els ancoratges que es realitzen a la mateixa torre del campanar, aconseguixi contrarestar els esforços provocats pel vent.

A part del cercol de formigó, el conjunt estructural de fusta de pi, amb un valor de 420 kg/m³ de densitat, dotarà l'element d'un pes considerable que pugui ser superior als esforços del vent que pugui patir l'element.

En aquest cas no s'han comptabilitzat les càrregues variables que pogués provocar la neu, ja que amb la pendent que té la coberta és molt poc probable que s'hi quedi.



En vermell es veu la direcció i sentit en el que intervé el pes propi de l'estructura. Aquest haurà de ser major que els esforços de pressió i succió que provoca el vent (en blau) i així no tombar-se.

Per tant, per a la realització d'aquests càlculs i comprovar la nostra hipòtesi caldrà conèixer el pes propi de l'estructura i l'esforç que provoca el vent en cadascuna de les cares de la coberta pinacle:

En primer lloc es calcularà l'armadura del cercol de formigó:

Long. Barra (m)	Diàmetre nominal	Nº barres	Long. (m)	Total	Kg/m	Kg
2,09	12	4	8,36		0,92	7,69
1,91	12	4	7,64		0,92	7,02
1,77	12	4	7,08		0,92	6,51
1,42	12	4	5,68		0,92	5,22
0,33+0,8+0,33	12	8	11,68		0,92	10,74
0,39+0,93+0,39	12	8	13,68		0,92	12,58
0,96	8	64	61,44		0,41	25,27
0,12+0,6	12	128	92,16		0,92	84,78
					Pes total (kg)	159,817

En segon lloc, el pes del formigó del cercol en qüestió:

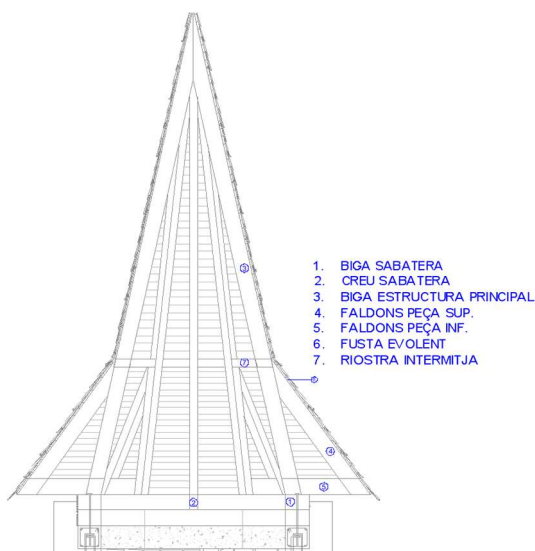
Longitud total cercol (m)	B (m)	H (m)	M3	Kg/m3	Kg
9,74	0,30	0,30	0,87	2400	2088
				Pes total (kg)	2088

En tercer lloc, el pes de la biga sabatera :

Longitud total biga sabatera (m)	B (m)	H (m)	M3	Kg/m3	Kg
9,74	0,30	0,30	0,87	420	368,17
				Pes total (kg)	368,17

En quart lloc, el pes de l'estructura de fusta que compona la coberta pinacle:

Element	D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	M3	Ud	M3	Kg/m3	Kg
Biga sabatera	9,74	0,30	0,30	0,87	1	0,87	420	368,17
Creu sabatera	4,97	0,20	0,10	0,099	1	0,099	420	41,75
Bigues estructura principal	5,89	0,20	0,10	0,117	12	1,41	420	593,71
Faldons perimetrals (peça sup.)	2,13	0,20	0,10	0,042	12	0,51	420	214,7
Faldons perimetrals (peça inf.)	0,98	0,20	0,10	0,019	12	0,235	420	98,78
Fusta evolvent perímetre	29,81 m2	0,02	-	0,596	1	0,596	420	250,04
Riosta Inter mitja per reduir esveltesa	1,94	0,20	0,10	0,038	1	0,038	420	16,29
							Pes total (kg)	1583,79



En cinquè lloc, el pes de aporta la làmina impermeable que col·loquem a sobre de la fusta evolent:

Element	B (m)	H (m)	M3	Kg/m3	Kg
Làmina EPDM	29,81 m2				69,30
				Pes total (kg)	69,30

En sisè lloc, el pes de la pissarra que es col·locarà com a capa exterior de la coberta piramidal; s'ha incrementat un 10% la superfície per tenir en compte els recobriments de les peces:

Element	B (m)	H (m)	M3	Kg/m3	Kg
Pissarra evolent capa exterior	32,791 m2	0,004	0,164	2750	450,87
				Pes total (kg)	450,87

Per tant, els valors de pes en kg que hi ha són:

1. Pes cercol formigó (acer B500SD + formigó) = 2.247,81 kg
2. Pes estructura de fusta + entarimat de fusta = 1.951,96 kg
3. Pes làmina EPDM = 69,30 kg
4. Pes pissarra= 450,87 kg

· **Pes total (kg) de coberta pinacle a transportar amb aparell elevador = 2.472,13 kg**

· **Pes total (kg) de la coberta pinacle un cop instal·lada i ancorada = 4.719,94 kg**

Una vegada obtingut el valor del pes propi de la coberta pinacle quan ja està instal·lada i ancorada, es realitzarà la conversió de kg a KN:

4.719,94 kg → 46,25 KN

El següent pas serà calcular com afecten els esforços del vent, per a realitzar el càlcul de l'acció que provoca el vent a la coberta piramidal primer s'haurà de conèixer dos criteris (se subratllen els pertanyents cas del projecte):

1. Alçada a la que es troba la coberta:
 - a. Inferior a 10 metres.
 - b. Inferior a 30 metres.

2. Situació de la coberta:
- Amagada del vent.
 - Exposada al vent.

Dades per al càlcul en funció de l'alçada i situació de la coberta:

Altura de la coberta		<10m	<30m
Situació	No exposada al vent	$F_w = 0,60$	$F_w = 1,00$
	Exposada al vent	$F_w = 1,00$	$F_w = 1,75$

El valor "Fw" correspon a la Pressió provocada per el vent [KN/m²].
Per tal de calcular l'acció del vent sobre la coberta es multipilcarà aquest valor "Fw" per la superfície on intervé:

Com que l'altura a la que es troba la coberta piramidal és a 16 metres, el valor màxim 1,75KN/m² i, a més, se li sumará un 20% per a tenir en compte els possibles efectes de succió: 2,1 KN/m²

Fòrmules:

$$F_x = F_w \cdot y \cdot h$$

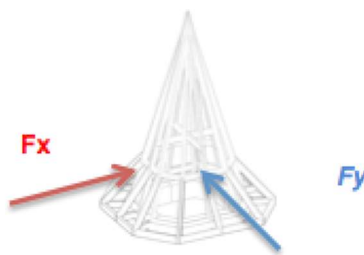
$$F_y = F_w \cdot x \cdot h$$

Unitats:

$$F = [\text{KN}]$$

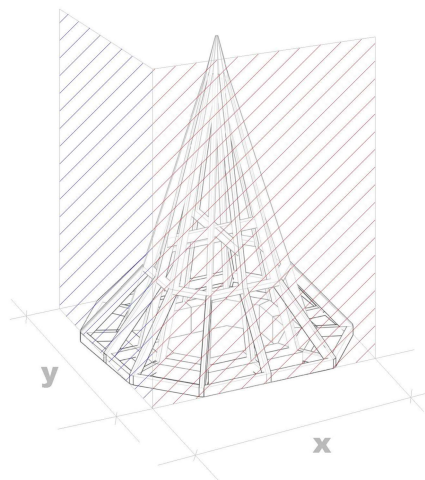
$$F_w = [\text{KN/m}^2]$$

$$X, Y, H = [\text{m}]$$



Per tal de majorar les càrregues suportades i afegir un marge de seguretat, es multiplicaran les superfícies afectades a cada cara de la coberta pinacle per 1,15:

- Superfície afectada cara "y" = $9,33 \cdot 1,15 = 10,73 \text{ m}^2$
- Superfície afectada cara "x" = $13,99 \cdot 1,15 = 16,08 \text{ m}^2$



Per complir amb la hipòtesi de càlcul, el pes propi de l'estructura haurà de ser superior al valor obtingut tant en F_x com en F_y .

- $F_x = 2,1 \times 10,73$
 - **$F_x = 22,53 \text{ KN}$ ----→ inferior a 46,25 KN**
- $F_y = 2,1 \times 16,08$
 - **$F_y = 33,77 \text{ KN}$ ----→ inferior a 46,25 KN**

Per tant, amb les càrregues majorades encara existeix un valor del Pes propi de la coberta major de la pressió produïda per el vent, per tant, si a més s'afegeix que anirà ancorada amb tacs químics a la pedra des de la biga sabatera de fusta i amb corrugats des del cercol de formigó podem assegurar una correcta resistència als esforços que patirà.

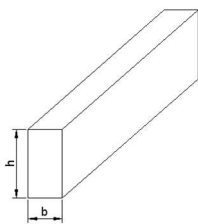
3.1.4 Donar unes proporcions als llistons principals que redueixin la possible fletxa que pugui provocar el vent.

Per tal de decidir quines proporcions de base per altura ($b \times h$) es donen als taulons o bigues estructurals principals, es calcularan dos conceptes elementals: la resistència de llistó davant un esforç puntual de vent i la fletxa teòrica que es produiria en aquest cas.

- Resistència d'un llistó de fusta de pi:

Fórmula elemental: $(b \times h^2) \geq 6 \times (M_d / F_{mf}^*) \times (1/1000)$

** F_{mf} = Resistència a flexió de la fusta de pi = 9 N/mm²*

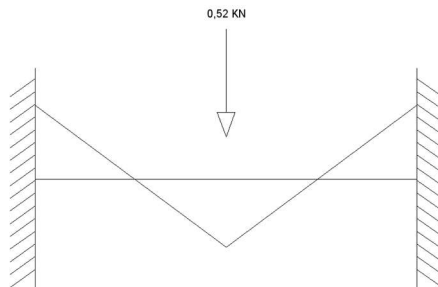
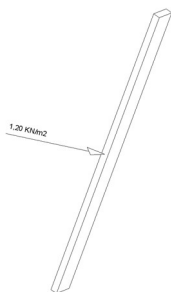


- Es considerarà, degut a que es troba ancorat en ambdós extrems, que el llistó treballa com una biga biempotrada

- Per tant, la fórmula del Moment flector màxim és: $M_d = (P \times L)/8$.

Com que es necessita un llistó de fusta de pi que tingui inèrcia i alhora no pesi tant com per no poder transportar-lo, s'escolleixen unes proporcions de 10 x 20cm ($b \times h$):

- $M_d = [(1,20 \times 0,10^*) \times 4,34] / 8$; per tant, $M_d = 0,28 \text{ KN} \times \text{m}$.



- Per tant, la proporció de 10 x 20 cm haurà de superar el valor resultant de:

$$X = 6 \times (0,28/9) \times (1/1000); \underline{X = 0,000186.}$$

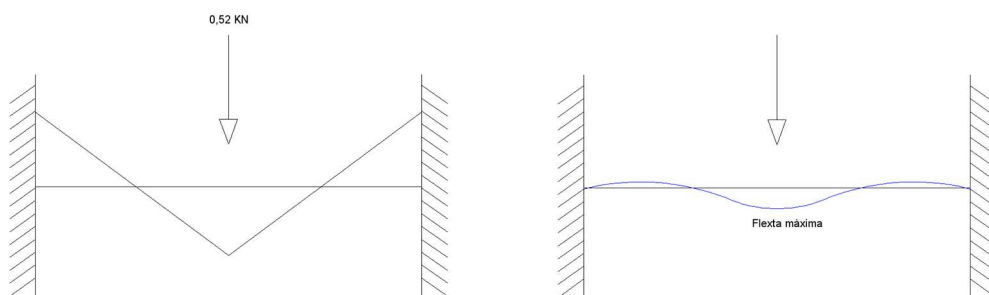
- Ara s'aplica la fórmula inicial:

$$0,1 \times 0,20 \geq 0,000186; \underline{0,004 \geq 0,000186.}$$

És a dir, les proporcions de 10x20cm són vàlides per superar un esforç puntual de vent de 1,20KN/m², valor producte dels esforços del vent a pressió i succió sobre la coberta.

Es tracta d'un càlcul amb marges de seguretat ja que aquests llistons després aniran reforçats amb llistons de fusta que rebran la làmina EPDM i la pissarra, cosa que donarà més inèrcia a l'estructura i, per tant, major resistència.

- **Fletxa d'un llistó de fusta de pi de 10 x 20cm i 4,35m de Longitud:**



Un cop hem escollit les proporcions de 10x20 cm, es calcularà la fletxa màxima que podrà assolir cadascuna d'aquestes bigues principals; les quals, al tractar-se de les de major esveltesa, són les més crítiques en aquest sentit:

$$\text{Fletxa màxima} = (P \times L^3) / (192 \times E \times I)$$

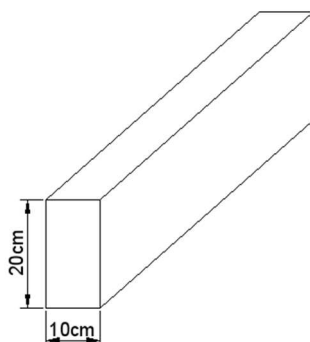
On: E = Mòdul d'elasticitat fusta de pi (11.000 N/mm²)

I = Inèrcia llistó de fusta 10x20cm ($6,67 \times 10^{-5}$)

Per tant, la Fletxa màxima és el resultant de: $(0,12 \times 4,35^3) / (192 \times 11.000 \times 6,67 \times 10^{-5})$.

- Fletxa màxima = 7 cm per cada llistó de 4,35m de longitud.

Cal recordar que es tracta d'un càlcul majorat, ja que s'estan calculant les bigues "nues" sense els posteriors ancoratges entre bigues i les posteriors capes de làmina EPDM i pissarra, per tant, els valors són considerats adequats per a seguir amb aquestes dimensions de llistons de fusta.



- **Comprovació de la fletxa d'un dels paraments superiors del pinacle amb totes les capes:**

Per tal de comprovar que existirà una fletxa menor una vegada estigui la coberta finalitzada i col·locada, es modificarà el Moment d'Inèrcia pel del triangle tipus que es formarà cada dos llistons principals de fusta:

Força vent = $1,20 \text{ KN/m}^2 \times 2,95 \text{ m}^2 = 3,54 \text{ KN}$.

* $2,95 \text{ m}^2 = \text{Àrea del triangle que treballarà}$.

Fletxa màxima = $(3,54 \times 4,34^3) / (192 \times 11.000 \times 3,08^*)$

* $3,08 = \text{Inèrcia triangle } [(a \times b^3) / 36]$.

Per tant, la fletxa màxima que patirà el triangle en qüestió serà de 0,044mm, una quantitat irrisòria degut a la inèrcia assolida al treballar en conjunt llistons principals i secundaris.

2.3.2 Càlculs de disseny del pinacle per a transport i compliment de normativa de la pissarra:

En aquest segon apartat, s'han realitzat els càlculs pertinents per a poder transportar la coberta a l'hora de col·locar-la al capdamunt de la torre i assegurar que els passadors i la creu de fusta aguanten els esforços que patiran.

Tanmateix, s'ha calculat els recobriments de les peces de pissarra en funció de l'angle de cada vessant.

1. Càlcul de la creu de fusta superior durant el transport.
2. Càlcul dels passadors galvanitzats que treballaran durant el transport.
3. Càlcul del recobriment de les peces de pissarra.

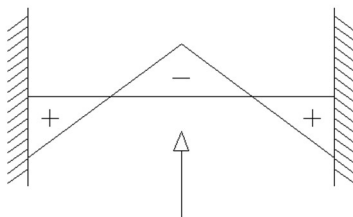
2.3.2.1 Càlcul de la creu de fusta superior durant el transport:

Amb la finalitat d'unir els quatre llistons estructurals que es troben confrontats i de poder transportar la coberta piramidal fins al capdamunt de la torre del campanar mitjançant eslingues, s'ha instal·lat una creueta de fusta de dimensions 10x45cm (base x altura) per poder complir aquesta causa:



Aniran ancorades amb platines i passadors galvanitzats cada extrem, per tant, treballaran com una biga biempotrada amb una càrrega puntual al centre que serà com treballarà l'eslinga en qüestió:

- **Moments flectors en ambdós extrems = $(P \times L) / 8$:**



$$M_d = (30 \times 0,45) / 8; \underline{M_d = 1,6875 \text{ KN} \times \text{m}}$$

- **Dimensionat biga a flexió:**

Per saber si la biga en creu que escollida suporta els esforços als que la sotmetrem, haurà de complir el següent:

$$\underline{B \times h^2 \geq 6 \times (M_d / F_{mf}) \times (1/1000)}$$

* F_{mf} = Resistència a flexió fusta de pi = 9N/mm²

Per tant, abans de tot s'ha de conèixer quin valor haurà de superar les proporcions de la biga de fusta:

$$B \times h^2 \geq 0,00112$$

Per tant, compliria a flexió amb una biga de a partir de 10x15cm, però, per tal d'aconseguir que la fletxa sigui mínima i assegurar-nos un bon funcionament i que els passadors pateixin menys, s'escolleix una secció amb un cantell major: 10x45cm:

Proporcions biga 10x45 = 0,020.

- **Càlcul fletxa màxima creu de fusta:**

$$\text{Fletxa màxima} = (P \times L^3) / (192 \times E \times I)$$

$$F = (30 \times 0,45^3) / (192 \times 11000 \times 7,59 \times 10^{-4})$$

$$\text{Fletxa màxima} = 0,0017 \text{ m} \rightarrow 1,7 \text{ mm}$$

- **Càlcul dels passadors:**

$$\text{Àrea necessària en mm}^2 = [30 / (4 \times 2 \times 100)] \times 1000 = 37,5 \text{ mm}^2$$

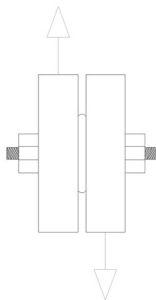
De l'àrea, amb la fórmula de la circumferència, s'obté el valor del radi dels passadors:

$$\text{Radi passadors} = 3,45\text{mm} \rightarrow 6,9\text{mm de diàmetre per passador}$$

Per tal de majorar resistències, es col·locaran 4 passadors, 2 a cada extrem de la biga de fusta de diàmetre nominal 8mm enlloc de 6,9mm.

2.3.2.2 Càlcul dels passadors que treballaran durant el transport:

Quan s'està transportant el pinacle des de terra fins al capdamunt de la torre del campanar, tal i com aquest està dissenyat, treballaran els passadors a tallant.



Per tal de saber quina secció de passador es necessita per suportar l'esforç en qüestió s'ha de conèixer el tallant $V_{m\grave{a}x}$ que pateix la unió amb passador; hi ha 20,61kN de pes propi del Pinnacle quan s'està transportant cap a la torre del campanar, però es majorarà la càrrega per 1,45 per tenir un marge de seguretat considerable, per tant, es considera 30kN de tallant $V_{m\grave{a}x}$:

Per tal de conèixer l'àrea necessària de passadors s'aplica la següent fórmula:

$$A = [(1,5 \times V_{\max}) / (N \times n \times T_u)] \times 1000$$

On:

A = Àrea necessària de passadors (mm^2)

V_{\max} = Tallant màxim de la secció (KN)

N = Número de perns en la secció

n = Número de plans de tall

T_u = Resistència d'un pern calibrat (100n/mm^2)

Per tal de conèixer el tallant màxim a cada secció, s'ha de tenir en compte que hi ha un total de 12 punts on els passadors que consoliden les unions carpinteres treballen a tallant durant el desplaçament de la coberta pinacle; per tant, el tallant total de 30KN considerat s'haurà de repartir en aquests 12 punts.

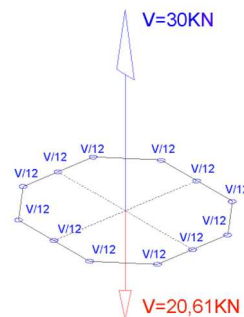
$$V_{\max} = 30\text{KN}$$

$$V_{\max} \text{ p/secció} = 2,5 \text{ KN}$$

- **Substituïm a la fórmula:**

$$A = [(1,5 \times 2,5) / (2 \times 1 \times 100)] \times 1000$$

$$A = 18,75 \text{ mm}^2$$



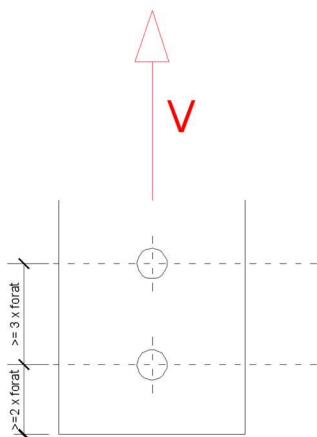
- **Ara s'obtindrà el Diàmetre Nominal de 2 passadors que acumulin aquesta secció:**

$$A = \pi \times r^2$$

$R = 3\text{mm} \rightarrow$ Per tant, es necessiten, com a mínim, 2 passadors de DN = 6mm cadascú per a complir les sol·licitacions per tallant.

- **Criteris de disposició dels passadors:**

Per tal de col·locar-los adequadament s'optarà per seguir el següent criteri:



*En passadors de DN fins a 16mm, el forat haurà de ser 1mm més gran, per tant, es disposaran de forats de 7mm de DN.

- **Espessor de les xapes:**

El valor d'espessor de les xapes haurà d'oscil·lar entre:

$$(\text{espessor}/2) \leq \text{DN forat passador} \leq (\text{espessor} \times 2)$$

Per tant, amb foats de 7mm, una xapa de 5mm serà un valor vàlid.

- **Comprovació d'aixafament de la xapa:**

Quan el nombre de plans de tall és menor o igual a 2, cal comprovar el possible aixafament de la xapa; la formula per el qual és:

$$(1,5 \times V_{\max}) \leq [(1/N \times 2 \times 260 \times \text{DN forat pern} \times \text{espessor xapa}) / 1000]$$

Si es substitueix per els valors obtinguts valors ens queda el següent:

$$3,75 \text{ KN} \leq 7,80 \text{ KN}$$

Per tant, la xapa compleix els requisits d'aixafament.

2.3.2.3 Càlcul del recobriment de les peces de pissarra

Per Normativa, es coneix que el càlcul del recobriment entre peces de pissarra dependrà sempre de l'angle d'inclinació de la vessant en qüestió tal i com indica la fórmula següent:

$$\text{Recobriment} = P^* / \sin B + 5^*$$

*P = valor de l'ascens capil·lar que va per taula

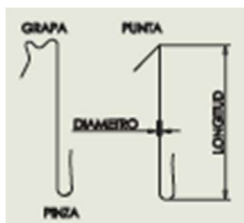
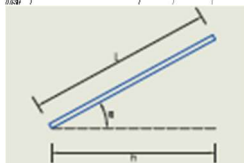
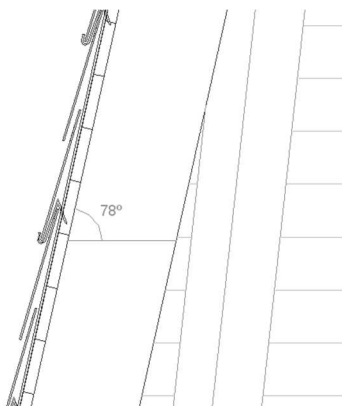
*5 = valor afegit quan l'ancoratge és amb claus (nosaltres tenim ganxo i claus).

Taula de treball:

Valores de la altura de ascensión capilar P en mm				
Proyección horizontal de la vertiente	Intensidad de la lluvia eficaz			Tipo de sujeción
	Suave	Media	Fuerte	
< 5,5 m 5,5 m a 11 m > 11 m	25	30	35	Clavos
	30	35	40	
	35	40	45	
< 5,5 m 5,5 m a 11 m > 11 m	40	50	55	Ganchos
	50	55	60	
	55	60	65	

Com que hi ha dos pendents diferents (cos superior i cos inferior de la coberta piramidal) existirà un valor de recobriment diferent en cada cas.

S'haurà de complir que, com a menor sigui l'angle de pendent de la vessant majors serà el seu recobriment:

Cas 1: Cos superior de la coberta pinacle:

$$h = L \times \cos \alpha$$

$$h = 4,47 \times \cos 78^\circ; \underline{h = 0,950m}$$

Es considera, per taula, uns valors de $h > 5,5m$, una pluja eficaç forta i subjecció amb ganxos ja que és més restrictiu:

$$R = 55 / \sin 78^\circ + 5$$

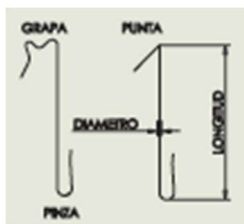
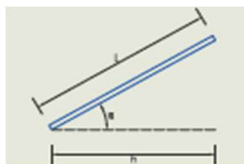
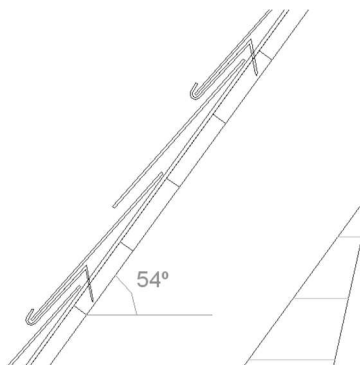
$$R = 61,23mm \rightarrow \underline{62mm \text{ de recobriment}}$$

Càlcul de la longitud del ganxo:

$$\text{Diàmetre} = 2,7mm$$

$$L = \text{Recobriment} + 2 \times \text{Diàmetre}$$

$$L = 0,0068m \rightarrow \underline{7cm \text{ de longitud de ganxo}}$$

Cas 2: Cos inferior de la coberta pinacle:

$$h = L \times \cos \alpha$$

$$h = 2,21 \times \cos 51^\circ; \underline{h = 1,39 m}$$

Es considera, per taula, uns valors de $h > 5,5m$, una pluja eficaç forta i subjecció amb ganxos ja que és més restrictiu:

$$R = 55 / \sin 51^\circ + 5$$

$$R = 76,42mm \rightarrow \underline{77mm \text{ de recobriment}}$$

Càlcul de la longitud del ganxo:

$$\text{Diàmetre} = 2,7mm$$

$$L = R + 2 \times \text{Diàmetre}$$

$$L = 0,0079m \rightarrow \underline{8cm \text{ de longitud de ganxo}}$$

4 PRESSUPOST:4.1 Full resum o últim full:**PRESSUPOST D'EXECUCIÓ PER CONTRACTA**

PRESSUPOST D'EXECUCIÓ MATERIAL.....20.226,58

6% BI SOBRE 20.226,58.....1.213,58

13% GG SOBRE 20.226,58.....2.629,45

Subtotal.....24.069,63

21% IVA SOBRE 24.069,63.....5.054,62

TOTAL PRESSUPOST PER CONTRACTA € 29.124.25

Aquest pressupost d'execució per contracte puja a

(VINT-I-NOU MIL CENT VINT-I-QUATRE AMB VINT-I-CINC CÈNTIMS)

4.2 Pressupost desglossat:

PRESSUPOST					
			Precio	Medición	Importe
Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	01	Treballs previs			
TFG0101	m3	Enderroc planxa de formigó existent al capdamunt de la torre. Inclou maquinària auxiliar, aparells elevadors, proteccions col·lectives i individuals i tots aquells elements necessaris per a la correcta execució dels treballs. Inclou la posterior retirada de la runa així com de la gestió de residus pertinent. Criteri d'amidament: m3 de volum realment enderrocat, amidat com a diferència entre els perfils aixecats abans de començar l'enderroc i els aixecats al finalitzar l'enderroc, aprovats per la DF.	194,69	2,553	497,04
TFG0102	m2	Neteja de paviment de pedra amb mitjans manuals i aigua sense pressió. Inclou la posterior retirada i gestió dels residus. Criteri d'amidament: m2 de superfície real amidada segons les especificacions de la DT. Deducció de la superfície corresponent a obertures:- Obertures <= 2 m2: No es dedueixen - Obertures > 2 m2 i <= 4 m2: Es dedueixen el 50% - Obertures > 4 m2: Es dedueixen el 100%	39,21	8,510	333,68
TFG0103	m3	Enderroc part superior de la torre del campanar per ubicar fonamentació del pinacle. Amb compressor i càrrega manual i mecànica de runa sobre camió. Inclou elements necessaris d'elevació i transport per executar els treballs. Criteri d'amidament: m3 de volum realment enderrocat, amidat com a diferència entre els perfils aixecats abans de començar l'enderroc i els aixecats al finalitzar l'enderroc, aprovats per la DF.	129,59	2,210	286,39
TFG0104	u	Execució d'arqueta per a parallamps de maó ceràmic. Inclou tapa registrable de plàstic i tots els elements per a deixar l'arqueta completament acabada. Criteri d'amidament: Unitat mesurada segons les especificacions de la DT.	93,66	1,000	93,66
		TOTAL			1.210,77

Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	02	Intervenció interior torre campanar			
TFG0200	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a taller i amb una capa d'imprimació antioxidant, col·locat a l'obra amb soldadura i cargols. Inclou daus de formigó per al suport de les bigues IPE80 ancorades al mur de la torre. Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents:- El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric - Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF. Aquest criteri inclou les pèrdues de material corresponents a retalls.	35,24	119,925	4.226,16
TFG0300	m2	Entramat d'acer galvanitzat, de 30x30 mm de pas de malla, amb platines de 20x2 mm, en peces de 1000x500 mm amb bastiment de perfils laminats galvanitzats, col·locat. Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions del projecte, amb deducció de la superfície corresponent a obertures, d'acord amb els criteris següents:- Obertures <= 1 m2: No es dedueixen - Obertures > 1 m2: Es dedueix el 100% Aquests criteris inclouen l'acabament específic dels acords amb les vores, sense que comporti l'ús de material diferents d'aquells que normalment conformen la unitat.	71,92	25,530	1.836,12
TFG0400	m	Escala metàl·lica recta, de 0,6 m d'amplària, amb 2 suports amb perfils d'acer laminat IPN 120, esglaons de planxa metàl·lica amb relleu antilliscant, conformada amb plecs frontals i posteriors, de 2 mm de gruix, soldats superiorment als perfils i barana metàl·lica d'acer amb tub superior de 42 mm de diàmetre, 3 barres de 12 mm de diàmetre i muntants de secció rectangular 50x10 mm soldats lateralment als perfils, amb acabat lacat	139,65	13,200	1.843,38
TFG0500	u	Placa amb anella, d'alumini, per a fixació d'arnès de seguretat, fixada amb cargols d'acer inoxidable, segons UNE-EN 795/A1	27,23	8,000	217,84
TFG0600	m	Cable d'acer galvanitzat, de 10 mm de diàmetre i composició 7x19+0, homologat per a línia de vida horitzontal segons UNE-EN 795/A1, fixat als terminals i als elements de suport intermig (separació < 15 m) i tesat	2,70	16,800	45,36
TFG0700	m3	Cèrcol de formigó armat, per a revestir amb una quantia d'encofrat 6 m2/m3, formigó HA-25/B/10/I abocat amb bomba i armadura AP500 S d'acer en barres corrugades amb una quantia de 80 kg/m3. Criteri d'amidament: m3 de volum executat segons les especificacions de la DT.	665,28	0,930	618,71
		TOTAL			8.787,57

Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	03	Fabricació pinacle			
Subcapítulo	01	Estructura de fusta			
		Subministrament de conjunt estructural muntat de fusta de pi flandes C24 acabat a tall de serra, amb llistons de secció 10x20cm generalment per a una llum de 4,35m màxim, treballada al taller, amb unions reforçades amb peces d'acer galvanitzat, i amb tractament insecticida-fungicida amb un nivell de penetració NP1 segons UNE-EN 351-1 i tractament Autoclau de classe 3. Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.El volum de les peces compostes es la suma dels volums de cada un dels seus perfils, llargària x secció teòrica, incloent la llargària dels encaixos i solapaments.	945,21	3,760	3.553,99
TFG0301	m3				
		TOTAL			3.553,99
Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	03	Fabricació pinacle			
Subcapítulo	02	Sistema coberta de pissarra			
		Execució de coberta de llosa de pissarra de 4mm de gruix, preu superior, de 25x15 cm, col·locada amb ganxos de 60mm de longitud i claus d'acer inoxidable, tot clavat 18mm a la fusta envoltant, instal·lació de làmina EPDM de 2mm de gruix del tipus Gisolene o similar. Inclou el posterior subministrament del conjunt a l'Església Parroquial de Sant Bartomeu (Farrera). Criteri d'amidament: m2 de superfície realment executada, amidada segons les especificacions de la DT.Amb deducció de la superfície corresponent a obertures, d'acord amb els criteris següents:- Obertures <= 1 m2: No es dedueixen - Obertures > 1 m2: Es dedueix el 100%	163,07	32,800	5.348,70
TFG0321	m2				
		TOTAL			5.348,70
Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	04	Instal·lacions			
		Parallamps punta Franklin simple de coure de 2m d'alçada, inclou cablejat fins arqueta i piquetes, peça d'adaptació del dispositiu personalitzada segons detall i elements de fixació per a suport muntat sobre coberta. Criteri d'amidament: Unitat de quantitat instal·lada, mesurada segons les especificacions de la DT.	1.239,90	1,000	1.239,90
TFG0401	u				
		TOTAL			1.239,90
Obra	01	PresupuestoTFG01			
Capítulo	05	Remats i repassos finals			
		Recollida de brossa amb mitjans manuals i càrrega sobre camió o contenidor. Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT.	5,71	15,000	85,65
TFG0501	m2				
		TOTAL			85,65
		IMPORTE TOTAL DEL PRESUPUESTO :			20.226,58

4.3 Justificació de preus:

01_Treballs previs:

Nº	Código	U.M.	Descripción					Precio
P-1	TFG0101	m3	Enderroc planxa de formigó existent al capdamunt de la torre. Inclou maquinaria auxiliar, aparells elevadors, proteccions col·lectives i individuals i tots aquells elements necessaris per a la correcta execució dels treballs. Inclosa la posterior retirada de la runa així com de la gestió de residus pertinent. Criteri d'amidament: m3 de volum realment enderrocat, amidat com a diferència entre els perfils aixecats abans de començar l'enderroc i els aixecats al finalitzar l'enderroc, aprovats per la DF.			Rend.:	1,000	194,69
	Mano de obra							
	A0150000	h	Manobre especialista	1,350	/R x	17,08000	=	23,05800
	A0140000	h	Manobre	1,150	/R x	16,46000	=	18,92900
			Subtotal mano de obra					41,98700
	Maquinaria							
	C1504S00	h	Braç hidràulic de 25 m de capacitat	1,350	/R x	60,66000	=	81,89100
	C1501000	h	Camió per a treballs generals neteja i transport d'eines de 5 t de càrrega	0,500	/R x	34,61000	=	17,30500
	C1101200	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	2,000	/R x	17,59000	=	35,18000
			Subtotal maquinaria					134,37600
			Gastos auxiliares			1,5 %		0,62981
			Coste directo					176,99281
			Gastos indirectos			10 %		17,69928
			Total					194,69209
P-2	TFG0102	m2	Neteja de paviment de pedra amb mitjans manuals i aigua sense pressió. Inclou la posterior retirada i gestió dels residus.			Rend.:	1,000	39,21
	Mano de obra							
	A0140000	h	Manobre	0,500	/R x	16,46000	=	8,23000
	A0121000	h	Oficial 1a	0,500	/R x	19,30000	=	9,65000
			Subtotal mano de obra					17,88000
	Maquinaria							
	C1501000	h	Camió per a treballs generals neteja i transport d'eines de 5 t de càrrega	0,500	/R x	34,61000	=	17,30500
			Subtotal maquinaria					17,30500
	Material							
	B0111000	m3	Aigua	0,005	x	1,83000	=	0,00915
			Subtotal material					0,00915
			Gastos auxiliares			2,5 %		0,447
			Coste directo					35,64115
			Gastos indirectos			10 %		3,56412
			Total					39,20527

P-3	TFG0103	m3	Enderroc part superior de la torre del campanar per ubicar fonamentació del pinacle. Amb compressor i càrrega manual i mecànica de runa sobre camió. Inclou elements necessaris d'elevació i transport per executar els treballs.			Rend.:	1,000	129,59
	Mano de obra							
	A0150000	h	Manobre especialista	1,350	/R x	17,08000 =	23,05800	
	A0140000	h	Manobre	1,150	/R x	16,46000 =	18,92900	
			Subtotal mano de obra					41,98700
	Maquinaria							
	C1501000	h	Camió per a treballs generals neteja i transport d'eines de 5 t de càrrega	0,600	/R x	34,61000 =	20,76600	
	C1504500	h	Braç hidràulic de 25 m de capacitat	0,500	/R x	60,66000 =	30,33000	
	C1101200	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	1,350	/R x	17,59000 =	23,74650	
			Subtotal maquinaria					74,84250
	Material							
	B0A63H00	u	Tac químic de diàmetre 12 mm, amb cargol, volandera i femella	0,080	x	4,39000 =	0,35120	
			Subtotal material					0,35120
			Gastos auxiliares			1,5 %	0,62981	
			Coste directo					117,81051
			Gastos indirectos			10 %		11,78105
			Total					129,59156
P-4	TFG0104	u	Execució d'arqueta per a parallamps de maó ceràmic. Inclou tapa registrable de plàstic i tots els elements per a deixar l'arqueta completament acabada. Criteri d'amidament: Unitat mesurada segons les			Rend.:	1,000	93,66
	Mano de obra							
	A012N000	h	Oficial 1a d'obra pública	1,500	/R x	19,30000 =	28,95000	
	A0140000	h	Manobre	2,000	/R x	16,46000 =	32,92000	
			Subtotal mano de obra					61,87000
	Maquinaria							
	C1101200	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	1,200	/R x	17,59000 =	21,10800	
			Subtotal maquinaria					21,10800
	Material							
	B0710250	t	Morter per a ram de paleta, classe M 5 (5 N/mm2), a granel, de designació (G) segons norma UNE-EN 998-2	0,036	x	34,77000 =	1,24129	
			Subtotal material					1,24129
			Gastos auxiliares			1,5 %	0,92805	
			Coste directo					85,14734
			Gastos indirectos			10 %		8,51473
			Total					93,66207

02_Intervenció interior torre campanar:

P-5	TFG0200	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, per a bigues formades per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat a				Rend.:	1,000	35,24
	Mano de obra								
	A0140000	h	Manobre	0,250	/R	x	16,46000	=	4,11500
	A0150000	h	Manobre especialista	0,150	/R	x	17,08000	=	2,56200
	A0121000	h	Oficial 1a	0,150	/R	x	19,30000	=	2,89500
			Subtotal mano de obra						9,57200
	Maquinaria								
	C1101200	h	Compressor amb dos martells pneumàtics	0,150	/R	x	17,59000	=	2,63850
	C1503500	h	Braç hidràulic de 25m de capacitat	0,250	/R	x	53,74000	=	13,43500
			Subtotal maquinaria						16,07350
	Material								
	B33A321	kg	Morter lleuger, modificat amb polímers i reforçat amb fibres per a reparació estructural del formigó, EMACO NANOCRETE R3, de BASF-CC, ref. P33A321 de la sèrie Nanotecnologia en morters de reparació estructural de BASF-CC	4,000		x	1,20000	=	4,80000
	B44Z5015	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie IPN, IPE, HEB, HEA, HEM i UPN, treballat al taller per a col·locar amb cargols i amb una capa d'imprimació antioxidant	1,000		x	1,16000	=	1,16000
	B0D21030	m	Tauló de fusta de pi per a 10 usos	0,500		x	0,39000	=	0,19500
			Subtotal material						6,15500
			Gastos auxiliares				2,5 %		0,2393
			Coste directo						32,03980
			Gastos indirectos				10 %		3,20398
			Total						35,24378
P-6	TFG0300	m2	Entramat d'acer galvanitzat, tipus trames, de 30x30 mm de pas de malla, amb platines de 20x2 mm, en peces de 1000x500 mm amb bastiment de perfils laminats galvanitzats, col·locat. Inclou porta de pas de 60x60cm.				Rend.:	1,000	71,92
	Mano de obra								
	A012F000	h	Oficial 1a manyà	0,300	/R	x	19,60000	=	5,88000
	A013F000	h	Ajudant manyà	0,150	/R	x	16,89000	=	2,53350
			Subtotal mano de obra						8,41350
	Maquinaria								
	C1503500	h	Braç hidràulic de 25m de capacitat	0,250	/R	x	53,74000	=	13,43500
			Subtotal maquinaria						13,43500
	Material								
	B44Z5026	kg	Acer S275JR segons UNE-EN 10025-2, format per peça simple, en perfils laminats en calent sèrie L, LD, T, rodó, quadrat, rectangular i planxa, treballat al taller per a col·locar amb cargols i galvanitzat	5,000		x	2,09000	=	10,45000
	B0B51220	m2	Entramat d'acer galvanitzat, de 30x30 mm de pas de malla, amb platines de 20x2 mm, en peces de 1000x500 mm	1,030		x	32,00000	=	32,96000
			Subtotal material						43,41000
			Gastos auxiliares				1,5 %		0,1262
			Coste directo						65,38470
			Gastos indirectos				10 %		6,53847
			Total						71,92317

P-11	TFG0400	m	Escala metàl·lica recta, de 0,6 m d'amplària, amb 2 suports amb perfils d'acer laminat IPN 120, esglaons de planxa metàl·lica de 60x5x1cm amb relleu antilliscant, superiorment als perfils tot amb acabat lacat.			Rend.:	1,000	139,65
	Mano de obra							
	A013F000	h	Ajudant manyà	0,300	/R x	16,89000 =	5,06700	
	A012F000	h	Oficial 1a manyà	0,300	/R x	19,60000 =	5,88000	
			Subtotal mano de obra					10,94700
	Maquinaria							
	C1503500	h	Camió grua de 5 t	0,300	/R x	53,74000 =	16,12200	
			Subtotal maquinaria					16,12200
	Material							
	BQN2U001	m	Escala metàl·lica recta, de 0,6 m d'amplària, amb 2 suports amb perfils d'acer laminat IPN 120, esglaons de planxa metàl·lica amb relleu antilliscant de 60x5x1cm.	1,000	x	99,50000 =	99,50000	
			Subtotal material					99,50000
			Gastos auxiliares			3,5 %	0,38315	
			Coste directo					126,95215
			Gastos indirectos			10 %		12,69522
			Total					139,64737
P-13	TFG0500	u	Placa amb anella, d'alumini, per a fixació d'arnès de seguretat, fixada amb cargols d'acer inoxidable, segons UNE_EN 795/A1			Rend.:	1,000	27,23
	Mano de obra							
	A0137000	h	Ajudant col·locador	0,300	/R x	16,83000 =	5,04900	
			Subtotal mano de obra					5,04900
	Material							
	B0A63H00	u	Tac químic de diàmetre 12 mm, amb cargol, volandera i femella	2,000	x	4,39000 =	8,78000	
	B147UA10	u	Placa amb anella, d'alumini, per a fixació d'arnès de seguretat, per a fixar mecànicament amb cargols d'acer inoxidable	1,000	x	10,75000 =	10,75000	
			Subtotal material					19,53000
			Gastos auxiliares			3,5 %	0,17672	
			Coste directo					24,75572
			Gastos indirectos			10 %		2,47557
			Total					27,23129
P-15	TFG0600	m	Cable d'acer galvanitzat, de 10 mm de diàmetre i composició 7x19+0, homologat per a línia de vida vertical segons UNE_EN 795/A1, fixat als terminals i			Rend.:	1,000	2,70
	Mano de obra							
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	0,030	/R x	19,95000 =	0,59850	
			Subtotal mano de obra					0,59850
	Material							
	B147UC20	m	Cable d'acer galvanitzat, de 10 mm de diàmetre i composició 7x19+0, homologat per a línia de vida segons UNE_EN 795/A1	1,050	x	1,75000 =	1,83750	
			Subtotal material					1,83750
			Gastos auxiliares			3,5 %	0,02095	
			Coste directo					2,45695
			Gastos indirectos			10 %		0,24570
			Total					2,70265

P-16	TFG0700	m3	Cèrcol de formigó armat, per a revestir amb una quantia d'encofrat 6 m2/m3, formigó HA-25/B/10/I abocat amb bomba i armadura AP500 S d'acer en barres corrugades amb una quantia de 80 kg/m3. Criteri d'amidament: m3 de volum executat segons les especificacions de la DT.			Rend.:	1,000	665,28
	Partida de obra							
			Montatge i desmuntatge d'encofrat amb tauler de fusta de pi, per a cèrcols de directriu recta. Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada segons les especificacions de la DT i que es trobi en contacte amb el formigó. Aquest criteri inclou els apuntalaments previs, els elements auxiliars per a muntatge de l'encofrat i els elements d'acabat de les cantonades per a formigó vist, com ara matavius o altres sistemes, així com la recollida, neteja i condicionament dels elements utilitzats. La superfície corresponent a forats interiors s'ha de deduir de la superfície total d'acord amb els criteris següents: - Obertures <= 1 m2: No es dedueixen - Obertures > 1 m2: Es dedueix el 100% Als forats que no es dedueixin, l'amidament inclou l'encofrat necessari per a conformar el perímetre dels forats. En cas de deduir-se el 100% del forat, cal amidar també l'encofrat necessari per a conformar el perímetre dels forats.					
	E4D8D500	m2		6,000	x	64,64442 =	387,86652	
			Formigó per a cèrcols, HA-25/B/10/I, de consistència tova i grandària màxima del granulat 10 mm, abocat amb bomba. Criteri d'amidament: m3 de volum amidat segons les especificacions de la DT, amb aquelles modificacions i singularitats acceptades prèviament i expressament per la DF.					
	E45817C4	m3		1,000	x	111,69635 =	111,69635	
			Armadura per a cèrcols AP500 S d'acer en barres corrugades B500S de límit elàstic >= 500 N/mm2. Criteri d'amidament: kg de pes calculat segons les especificacions de la DT, d'acord amb els criteris següents: - El pes unitari per al seu càlcul ha de ser el teòric - Per a poder utilitzar un altre valor diferent del teòric, cal l'acceptació expressa de la DF.- El pes s'obtindrà amidant la llargària total de les barres (barra+cavalcament) - L'escreix d'amidament corresponent als retalls està incorporat al preu de la unitat d'obra com a increment del rendiment (1,05 kg de barra d'acer per kg de barra ferrallada, dins de l'element compost)					
	E4B83000	kg		80,000	x	1,31550 =	105,24000	
			Coste directe					604,80287
			Gastos indirectos			10 %		60,48029
			Total					665,28316

03_Fabricació pinacle

P-7	TFG0301	m3	Subministrament de conjunt estructural muntat de fusta de pi flandes C24 acabat a tall de serra, amb llistons de secció 10x20cm generalment per a una llum de 4,35m màxim, treballada al taller, amb unions reforçades amb peces d'acer galvanitzat, i amb tractament insecticida-fungicida amb un nivell de penetració NP1 segons UNE-EN 351-1 i tractament Autoclau de classe 3.			Rend.:	1,000	945,21
	Mano de obra							
	A013A000	h	Ajudant fuster	6,200	/R x	16,96000	=	105,15200
	A012A000	h	Oficial 1a fuster	5,000	/R x	19,65000	=	98,25000
			Subtotal mano de obra					203,40200
	Material							
	B43AAAAA	m3	Estructura de fusta de pi de flandes C24 acabat a tall de serra, amb proporcions, de 10x20cm de secció, per a una llum de fins a 4,30m, treballada a taller, amb unions reforçades amb passadors i pletines galvanitzat, i amb tractamen insecticida-fungicida amb un nivell de penetració NP2 (UNE-EN 351-1)	1,000	x	652,83000	=	652,83000
			Subtotal material					652,83000
			Gastos auxiliares			1,5 %		3,05103
			Coste directo					859,28303
			Gastos indirectos			10 %		85,92830
			Total					945,21133
P-10	TFG0321	m2	Execució de coberta de llosa de pissarra de 4mm de gruix, preu superior, de 25x15 cm, col·locada amb ganxos de 60mm de longitud i claus d'acer inoxidable, tot clavat 18mm a la fusta evolvent, instal·lació de làmina EPDM de 2mm de gruix del tipus Gisolene o similar. Inclou el posterior subministrament del conjunt a l'Església Parroquial de Sant Bartomeu (Burg).			Rend.:	1,000	163,07
	Mano de obra							
	A0137000	h	Ajudant col·locador	0,225	/R x	16,83000	=	3,78675
	A0150000	h	Manobre especialista	0,450	/R x	17,08000	=	7,68600
	A0127000	h	Oficial 1a col·locador	0,450	/R x	19,30000	=	8,68500
			Subtotal mano de obra					20,15775
	Maquinaria							
	C150G900	h	Grua autopropulsada de 40m de pluma, 3 Tones en punta.	0,030	/R x	65,30000	=	1,95900
	C1503500	h	Braç hidràulic de 25m de capacitat	0,450	/R x	53,74000	=	24,18300
			Subtotal maquinaria					26,14200
	Material							
	B52ZG8Q0	cu	Ganxo d'acer inoxidable per a cobertes de lloses de pissarra de 60 mm de llargària	0,610	x	5,23000	=	3,19030
	B0621F00	m2	Làmina d'etilè propilè diè (EPDM) resistent a la intempèrie de pes 2.5 kg/m2 i gruix 2 mm	1,000	x	12,88000	=	12,88000
	B52411L0	m2	Llosa rectangular de pissarra de 4 mm de gruix, preu superior, de 25x18 cm	2,805	x	30,40000	=	85,27200
			Subtotal material					101,34230
			Gastos auxiliares			3 %		0,60473
			Coste directo					148,24678
			Gastos indirectos			10 %		14,82468
			Total					163,07146

04_ Instal·lació del parallamps

P-12	TFG0401	u	Parallamps punta Franklin simple de coure de 2m d'alçada, inclou cablejat fins arqueta i piquetes, peça d'adaptació del dispositiu personalitzada segons detall i elements de fixació per a suport amb placa base muntat sobre coberta.			Rend.:	1,000	1.239,90
	Mano de obra							
	A013M000	h	Ajudant muntador	4,000	/R x	16,83000	=	67,32000
	A012M000	h	Oficial 1a muntador	4,000	/R x	19,95000	=	79,80000
			Subtotal mano de obra					147,12000
	Maquinaria							
	C1503500	h	Camió grua de 5 t	4,000	/R x	53,74000	=	214,96000
			Subtotal maquinaria					214,96000
	Material							
	BM91A5B0	u	Parallamps punta Franklin simple de coure, amb pal d'acer galvanitzat de 6 m d'alçada, peça d'adaptació del dispositiu i elements de fixació per a suport amb placa base.	1,000	x	652,50000	=	652,50000
	B0ZGB180	m	Cable amb conductor de coure de 0,6/1 kV de tensió assignada, amb designació RV, unipolar, de secció 1 x 25 mm2, amb coberta del cable de PVC , per a seguretat i salut.	35,000	x	3,07000	=	107,45000
			Subtotal material					759,95000
			Gastos auxiliares			3,5 %		5,1492
			Coste directo					1.127,17920
			Gastos indirectos			10 %		112,71792
			Total					1.239,89712

05_ Remats i repassos finals

P-14	TFG0501	m2	Recollida de brossa amb mitjans manuals i càrrega sobre camió o contenidor. Criteri d'amidament: m2 de superfície amidada			Rend.:	1,000	5,71
	Mano de obra							
	A0140000	h	Manobre	0,200	/R x	16,46000	=	3,29200
			Subtotal mano de obra					3,29200
	Maquinaria							
	C1501000	h	Camió per a treballs generals neteja i transport d'eines de 5 t de càrrega	0,050	/R x	34,61000	=	1,73050
			Subtotal maquinaria					1,73050
	Material							
	B0111000	m3	Aigua	0,090	x	1,83000	=	0,16470
			Subtotal material					0,16470
			Coste directo					5,18720
			Gastos indirectos			10 %		0,51872
			Total					5,70592

5. ANNEX:

2.5.1 Bibliografia:

“Catalunya romànica, XV” – Enciclopèdia Catalana, 1993

“Pallars Jussà, Inventari d’esglésies” – Josep M. Gavín

CTE – Código Técnico de la Edificación

- DB SE-M: Seguridad estructural: Madera
- DB SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

“Números gordos en el proyecto de estructuras” – Juan Carlos Arroyo Portero

“Como debo construir” – Pedro Benavent

“El proyectista de estructuras metálicas” – R. Nonnast

“Resistencia de Materiales” – Timoshenko

“Manual de construcción de edificios” – Roy Chudley

“Diseño y construcción de cubierta de pizarra” – Fernando López González

